ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 MARS 1920.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI DESLANDRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

LITHOLOGIE. — *Les roches éruptives du Crétacé pyrénéen et la nomenclature des roches éruptives modifiées.* Note de **M. A. Lacroix.**

Les ophites et les lherzolites qui constituent des masses intrusives (et non pas des filons) dans le Trias, le Jurassique et parfois même le Crétacé inférieur des Pyrénées, ne sont pas les seules roches éruptives de cette région française. Le Crétacé, de l'Albien au Danien, de la plaine de Tarbes et des régions voisines dans les Hautes et les Basses-Pyrénées, renferment, sous forme de filons, et souvent de filons de moins de 1^m de puissance, des roches très variées. Quand, en 1889, MM. Seunes et Beaugey appelèrent l'attention sur les premières d'entre elles [1], ils voulurent bien m'en confier l'étude et m'accompagner sur leurs gisements; M. Carez m'en a indiqué d'autres; je suis revenu à maintes reprises sur le terrain, pour y recueillir de nouveaux matériaux, mais j'ai différé jusqu'ici la publication des résultats de leur étude, en raison des difficultés d'interprétation auxquelles je me suis heurté.

Tandis qu'en effet, les lherzolites et les ophites, et particulièrement celles situées à haute altitude, se trouvent dans beaucoup de gisements sous un état de fraîcheur qui permet de préciser leur composition minéralogique et chimique [2], les roches dont il s'agit sont presque toujours, ou bien tellement décomposées qu'elles sont presque méconnaissables, ou bien profondément modifiées chimiquement et minéralogiquement, en dépit d'une apparente fraîcheur.

L'étude de divers types lithologiques, provenant d'autres régions (Madagascar, Portugal, Écosse, etc.), que je crois pouvoir leur comparer,

---

(1) *Comptes rendus*, t. 109, 1889, p. 509.

(2) A. Lacroix, *Ibid.*, t. 165, 1917, p. 293 et 381.

me permet aujourd'hui d'aborder un essai d'interprétation de plusieurs d'entre elles. Indépendamment de l'intérêt que présente l'établissement des caractéristiques de cette venue éruptive, la plus récente des Pyrénées, il est possible de trouver dans ces roches des indications utiles sur les transformations profondes que peuvent subir des roches postérieurement à leur mise en place; elles montrent combien cet instrument si précieux qu'est l'analyse chimique, doit être manié avec prudence et discernement, quand il s'agit d'en tirer des conclusions sur les relations existant entre les roches d'une même province pétrographique.

A côté de ces roches bien datées, il y a lieu de placer, par analogie minéralogique, celles de quelques gisements, tels que ceux de Pouzac (Hautes-Pyrénées) et de Fitou (Aude) dont les relations géologiques sont moins claires.

Cette Note a pour objet de poser la question, je ne m'y occuperai que de quelques-uns des types se rattachant à une série alcaline, mais, avant toute chose, je voudrais discuter une question d'ordre plus général.

Il n'existe actuellement dans le langage pétrographique aucune règle pour définir les roches ayant subi des transformations qui, tout en étant profondes, n'ont pas masqué leur origine éruptive. Deux cas principaux sont à considérer :

1° La composition chimique et minéralogique originelle de la roche peut être reconstituée. Quelle que soit l'intensité de la transformation, j'estime qu'il faut, en premier lieu, mettre en évidence ce qu'était la roche à l'origine, mais là encore deux cas se présentent.

Dans l'un, le changement minéralogique ne résulte pas d'une modification chimique importante ou tout au moins la transformation n'a pas été suffisante pour dissimuler le caractère originel de la roche. Le changement consiste essentiellement en un nouvel arrangement moléculaire; c'est donc une paramorphose, si l'on veut étendre à une roche ce terme appliqué jusqu'ici aux espèces minérales considérées individuellement. Cette particularité peut être mise en relief en faisant précéder le nom de la roche intacte du préfixe *para;* un gabbro saussuritisé sera ainsi un *paragabbro;* la formule magmatique du *Verde di Corsica* d'Orezza, qui ne renferme plus aucun des minéraux originels, est (III.5.4.4), comme celle d'un gabbro labradorique intact [1].

---

[1] Dans la série continue des transformations qui, sans changement de composition chimique, conduit une roche éruptive à un schiste cristallin, je maintiens la dénomination *para* jusqu'au moment où il n'existe plus de trace de la structure originelle; à partir de ce point, la nomenclature devient celle des schistes cristallins.

Dans le second cas, la modification minéralogique est la conséquence d'une transformation chimique suffisante pour modifier le caractère magmatique; tels sont par exemple les laves à leucite de Trébizonde [1], dans lesquelles la substitution de Na^2O à la plus grande partie de K^2O conduit à un type dont la formule magmatique est celle d'une andésite, au lieu de celle d'une leucittéphrite. Le préfixe *méta* associé au nom de la *forme originelle* de la roche, avec addition de la formule magmatique *actuelle*, évite toute ambiguïté (métaleucittéphrite [III.5.3.4]). Un autre exemple est celui de roches néphéliniques, dans lesquelles, par suite de la destruction de la néphéline, le rapport $\frac{K^2O}{Na^2O}$ a pris une valeur plus grande, en même temps qu'apparaît un excès, au lieu d'un déficit originel, de silice [métasyénite néphélinique des tufs phonolitiques de Brocq (Cantal) [I.4.1.3], à la place de la formule originelle (I.6.1.4)].

2° Les transformations chimiques et minéralogiques sont telles que l'état primitif de la roche ne peut être reconstitué avec certitude ou même reste indéterminé. Dans ce cas, dont plusieurs exemples vont être donnés plus loin, la nature épigène peut être mise en évidence par le préfixe *épi*, précédant le nom de la roche normale la plus rapprochée, au point de vue minéralogique, de la composition *actuelle* de la roche étudiée (*épisyénite*).

J'arrive aux roches pyrénéennes et je m'occuperai tout d'abord de celles qui sont relativement intactes.

Syénites néphéliniques. — J'ai signalé autrefois à Fitou l'existence d'une syénite néphélinique à ægyrine (analyse 1); elle est accompagnée d'une microsyénite de même composition (forme de bordure ou filon); cette syénite présente localement une altération intense, laissant intacts les feldspaths (microperthite d'orthose et d'albite) et par suite la structure foyaitique, mais faisant disparaître les métasilicates et les feldspathoïdes dont la place est occupée par une grande quantité de muscovite. Il en résulte une *métasyénite* qui permet d'interpréter l'origine d'une roche ayant à peu près la même composition et la même structure, que j'ai observée au village d'Ossen, au sud-sud-ouest de Lourdes; elle renferme (analyse 4) 10 pour 100 d'alumine non feldspathisable et 6,3 de silice libre.

Monzonite néphélinique. — La roche de la Sablière de Pouzac, décrite antérieurement sous le nom de *syénite néphélinique* [2], doit à sa richesse en plagioclase (andésine) d'être considérée comme une monzonite néphélinique. Ses métasilicates (hornblende barkévicitique et augite) se concentrent localement en ségrégations, à gros grain, apparentées aux bérondrites dont il va être question plus loin. La monzo-

---

(1) *Comptes rendus*, t. 168, 1919, p. 637.

(2) A. Lacroix, *Bull. Soc. géol.*, t. 18, 1890, p. 511.

nite de Pouzac est remarquable par l'abondance et la variété des produits d'altération des feldspathoïdes (mésotype, grossulaire, etc.) dont la présence ne masque pas cependant le caractère magmatique de la roche (analyse 2). Il existe dans ce gisement, comme forme de bordure ou à l'état de filon, une sorte de bostonite (analyse 3) qui présente la même altération micacée que les syénites de Fitou.

Picrites. — A 1^{km}, au nord-est d'Adé (Basses-Pyrénées) se trouve, dans le Cénomanien (M. Carez), un gros dyke d'une picrite formée par des cristaux automorphes d'olivine englobés pœcilitiquement par de grandes plages xénomorphes de pyroxène, d'amphibole brune et de biotite. Il existe çà et là un peu de bytownite (en voie de transformation en grossulaire) enveloppée ophitiquement par les minéraux colorés ou remplissant leurs intervalles (analyse 10).

Les roches suivantes présentent l'un ou l'autre des cas de transformation définis plus haut.

Parabérondrites et teschénites. — La route de Saint-Christau à Arudy, les environs de Herrere, etc., présentent de nombreux dykes de roches à grain fin ou à grain moyen, caractérisées par l'abondance de longues baguettes de hornblende barkévicitique d'un noir éclatant, brune en lames minces. L'examen microscopique y montre, en outre, de l'apatite, de l'augite titanifère, de l'ilménite, du sphène, du labrador et de l'orthose sodique; la structure oscille entre la grenue et l'intersertale.

Les intervalles existant entre les feldspaths sont remplis par de l'analcime, de la prehnite, qui envahissent aussi les feldspaths. Il n'existe pas de néphéline, mais l'analogie minéralogique et chimique (analyse 8) de ces roches avec les bérondrites de Madagascar est telle, qu'il n'y a pas de raison de douter de leur identité.

Il faut considérer maintenant des types nettement ophitiques (vallée de Castet, environs de Rebenacq, etc.) qui ont été pris pour des ophites normales dont elles se distinguent cependant par la nature titanifère de leur pyroxène qui en outre n'est pas ouralitisé, par la présence d'un peu de hornblende barkévicitique et plus rarement de biotite, moulant les plagioclases associés parfois à de l'orthose sodique, par l'existence d'analcime ([1]) qui remplit les intervalles des feldspaths entre-croisés et les épigénise, enfin, par le développement très fréquent d'albite secondaire qui se substitue progressivement au labrador à partir de leur périphérie et pointe parfois en cristaux distincts et limpides dans des cavités miarolitiques (Butte d'Oyen; Belair). Je n'ai pu trouver d'échantillons de ces roches assez frais pour une analyse, mais leur composition chimique est certainement très analogue, sinon identique à celle des parabérondrites dont elles constituent seulement une variété structurelle et minéralogique. Elles doivent être assimilées aux teschénites dans le sens indiqué dans une Note précédente.

Métabérondrites. — La picrite d'Adé est traversée par des filonnets de quelques décimètres d'épaisseur d'une roche ayant le même aspect extérieur que les parabéron-

---

([1]) Dans les cavités et les fentes d'une roche microlitique entièrement albitisée des environs d'Arudy se trouvent des trapézoèdres d'analcime pseudomorphisée en albite et prehnite.

drites de Saint-Christau, mais les baguettes de hornblende sont moins abondantes et atteignent 4^{cm} de longueur; elles se transforment sur leurs bords en une amphibole incolore; les minéraux blancs originels sont entièrement détruits et remplacés par des minéraux différents dans les diverses parties d'un même filon; ici, ce sont de grandes plages d'albite, associées à un peu de grenat et de prehnite; là, exclusivement du grossulaire et de la prehnite, avec une chlorite cyptocristalline. Les analyses 6 et 7 soulignent les différences de ces deux modalités minéralogiques qui sont une conséquence de compositions chimiques, acquises, si radicalement différentes. Le type presque dépourvu d'alcalis et par suite d'albite, mais riche en grossulaire et en prehnite et par suite en chaux, a le grand intérêt d'indiquer quelle origine il faut attribuer à des roches essentiellement formées par du diallage, du grossulaire, avec ou sans prehnite, qui ont été trouvées en filons dans la serpentine de harzburgite des Monts Dun en Nouvelle-Zélande et qui ont été considérées comme un type nouveau de roche éruptive auquel a été donné le nom de *rodingite* [1].

Une métabérondrite analogue, mais dont la hornblende elle-même est altérée, se trouve à Bourg (Hautes-Pyrénées).

Épisyénites. — Je pense, mais sans pouvoir le démontrer, que c'est à un type du même groupe que le précédent qu'il faut rapporter une roche de grain variable, en filons dans les calcschistes aptiens (M. Carez) d'Ossen; cette roche est elle-même traversée par des filonnets de la métasyénite à muscovite décrite plus haut. Au-dessus du village, la roche est à gros éléments de hornblende et de biotite automorphes. L'examen microscopique montre l'abondance de l'apatite et de grandes plages d'albite maclées suivant les lois de l'albite et de la péricline; la hornblende brune est faculée d'amphibole incolore. La composition chimique (analyse 9) conduit à une formule magmatique faisant penser que la roche a subi des modifications chimiques assez profondes. Cette même roche envoie des apophyses à grain fin et à structure microlitique dans les calcschistes qui, sur quelques mètres d'épaisseur, sont marmorisés et chargés de cristaux d'idocrase, de grenat, d'albite, de zoisite. C'est là une forme de métamorphisme qui rappelle celle des contacts de granite et non pas celle des ophites.

Enfin, il me reste à signaler à Arrodets (Hautes-Pyrénées), un très gros dyke d'une *épisyénite*, essentiellement constituée par une microperthite d'orthose et d'albite, d'un gris bleuâtre, dont les cristaux enchevêtrés sont entourés par de l'épidote jaune paille (33 pour 100; analyse 5). La composition virtuelle est celle [I (II). 5.'3. 3 (4)] d'une diorite orthosique renfermant de l'andésine à 41 pour 100 d'anorthite. Il n'est pas possible de préciser la nature exacte de la roche originelle.

Analyses, par M. Raoult et par M. Boiteau (B). — 1. *Syénite néphélinique*, Fitou, I.(5)6.(1)2.4; 2. *Monzonite néphélinique*, Pouzac, I'.6(7).2.4; 3. *Bostonite*, Pouzac, I.5'.2.4 (B); 4. *Métasyénite* (à muscovite), Ossen, I'.'5.1.4; 5. *Épisyénite à épidote*, Arrodets, I(II).5.'3.3(4); 6. *Métabérondrite*, Adé, II.5.3.5 (type albitique); 7. *Ibid.*, III(IV).5'.'5.'5 (type

[1] *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 20. — *New Zealand Bull. geol. Survey*, t. 12, 1911, p. 33.

sans albite); 8. *Parabérondrite*, route de Saint-Christau, II(III).'6.3.4; 9. *Épisyénite amphibolique et micacée*, Ossen, III.7.3(4).3; 10. *Picrite*, Adé, III(IV)[5.'4.4-5], 1'.(4)(5).2.(1)2.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
SiO^2	55,56	50,50	61,59	58,40	55,50	51,56	41,50	44,12	41,10	41,60
Al^2O^3	23,60	24,65	23,61	24,61	21,63	19,06	14,40	18,04	14,33	10,03
Fe^2O^3	1,26	1,90	0,41	1,09	3,18	1,48	1,29	2,00	0,52	2,86
FeO	0,98	1,80	0,30	0,85	0,65	4,91	5,68	7,75	8,14	8,11
MgO	0,08	0,39	0,42	0,52	0,11	3,91	5,88	5,72	14,01	24,76
CaO	1,74	3,90	2,11	1,30	8,22	9,40	24,10	9,94	11,60	5,70
Na^2O	7,73	8,42	7,40	6,61	4,65	5,35	0,56	3,45	1,76	1,59
K^2O	4,86	5,32	2,82	3,03	4,42	0,57	0,11	2,35	2,68	0,49
TiO^2	0,26	0,85	0,44	1,96	0,19	1,67	3,99	3,33	2,55	0,60
P^2O^5	0,07	0,10	0,18	0,34	0,50	0,08	0,71	0,52	0,65	0,14
H^2O +	3,17	2,02	1,35	1,21	0,56	1,83	1,72	2,64	2,85	3,95
H^2O —	0.45	0,10	0,11	0,07	0,06	0.09	0,18	0,24	0,25	0,45
	99,76	99,95	100,74	99,99	99,87	99,91	100,12	100,10	100,44	100,28

Les transformations qui viennent d'être décrites et qui ont enlevé à plusieurs de ces roches pyrénéennes une partie de leurs caractéristiques chimiques originelles ne permettent pas de discuter par le menu leurs relations magmatiques, ni la parenté qu'elles présentent avec celles d'autres centres éruptifs; quelques analogies (en outre de celles existant avec les roches de Madagascar auxquelles il a été fait allusion plus haut) ne peuvent cependant pas être passées sous silence. Certaines d'entre elles sont à comparer aux filons basiques traversant le Crétacé de la région de Lisbonne, qui en moyenne sont moins altérées; on y rencontre, en effet, des teschénites de types variés et des roches à néphéline intacte (bérondrites, luscladites, etc.). Une autre comparaison s'impose avec la série des intrusions carbonifères de l'Ecosse (Glascow, Ayrshire, Midlothian); là encore abondent des teschénites et se trouvent des roches apparentées aux bérondrites, aux essexites et aussi des picrites semblables à celles d'Adé.

ASTRONOMIE. — *Les élèves de l'Observatoire du Collège de France. Les Observatoires de l'École militaire.* Note (1) de M. G. **Bigourdan**.

Élèves. — On a reproché à Lalande divers défauts; mais on ne peut mettre en doute son zèle ardent pour l'Astronomie; il sut, notamment,

(1) Séance du 15 mars 1920.

grouper autour de sa chaire et intéresser des élèves nombreux, dont quelques-uns portèrent au loin le bon renom de l'Astronomie française. D'ailleurs il affectionnait profondément aussi ce Collége Royal où il enseignait, et il a exalté son rôle dans le développement de l'Astronomie : de toutes les écoles du monde, c'est, dit-il (*Astr.*, I, p. xxvij), celle qui a été la plus utile aux sciences, surtout à l'Astronomie, et « il en est sorti des astronomes pour tous les pays du monde ».

Nous connaissons les élèves de Delisle; ajoutons-y ceux plus nombreux de Lalande, qui les recevait aussi à sa table comme pensionnaires :

Un des premiers fut *P.-A. Véron* (¹) (1738-1770), qui « a occasionné dans la marine de France une révolution importante, en y introduisant l'usage d'observer les longitudes en mer par le moyen de la Lune ».

Parmi les autres, passons Dagelet et Le François dont nous avons indiqué les observations jusqu'en 1777 et 1789 respectivement, pour citer l'abbé *Briquet* et *Prévost* que nous rencontrons une seule fois en 1776. *Charles* (²) fait un assez grand nombre d'observations courantes de mars à août 1777 (C.5, 5, p. 119-184); puis c'est *Méchain*, « astronome du dépôt de la marine », qui s'exerce au Collége de France du 5 avril au 23 juin 1778, (C.5, 5, p. 189-214), et dont quelques observations accidentelles d'alors sont rapportées par Messier dans la *Connaissance des Temps*.

Lefèvre y travailla plus longtemps, mais nous n'avons qu'une partie de ses observations, celles de 1778 juillet 29 à 1779 janvier 23, qui terminent le registre C.5, 5, p. 216-289 (haut. corresp. ⊙, taches ⊙, sat. ♃, ...); mais « tout le registre suivant, fini au mois d'août 1780 » qui était de lui, nous manque.

En septembre 1782, *Jean-René* LÉVÊQUE ou LÉVESQUE observait Uranus au Collége Royal, avec une lunette de 3$^{\text{pi}}\frac{1}{2}$ (*Mém. Acad.*, 1779, p. 544, et Lalande, *Bibliogr.*, p. 571).

Harmand ne paraît qu'une fois, le 7 mars 1784, à l'occasion d'une éclipse de Lune qu'il observe « avec la lunette horizontale de l'octant ».

(¹) Voir son Eloge dans le *Nécrologe* de 1774, p. 115-127, ou mieux dans J. Bernoulli (*N. Litt.*, I, 28-34).

(²) C'est évidemment cet « habile professeur de mathématiques », *Jacques* CHARLES (Cluny — † 1791 août 22) dont parle Lalande (*Mém. Acad.*, 1778, p. 410) et dont l'Académie des Sciences accueillit d'abord divers Mémoires pour les *Sav. Etr.* Il fut ensuite élu associé géomètre de cette Académie le 11 mai 1785. On le confond parfois avec le physicien *Charles* (voir *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 1870, p. 504, et aussi p. 239-240).

Beaublé commence de s'exercer en novembre 1786, et ne quitte l'Observatoire qu'en 1788; mais nous n'avons pas ses observations.

En 1789, Lalande (*Bibliogr.*, p. 687) ne compte pas moins de sept élèves, qui depuis un an sont partis du Collége de France. Ce sont, dit-il :

Hanna, missionnaire de Saint-Lazare, qui partit pour la Chine, où il mourut en 1800;

Barry et *Henry* (1), de la même congrégation, qui allèrent à l'observatoire de Mannheim, et y firent des observations, publiées il y a quelques années seulement;

Pierre *Ungeschick*, aussi de la même congrégation, qui fut le premier aide de Le François pour ses observations d'étoiles de l'École militaire;

Eisenmann, de l'abbaye de Prémontré;

Piazzi, Théatin, le plus illustre de tous ces élèves, s'exerça sous la direction de Lalande à partir du 28 janvier 1787;

Duc-la-Chapelle, qui fonda peu après, dans sa ville natale, l'observatoire de Montauban.

Ensuite, presque tous les élèves observent à l'École militaire, et surtout y remplissent le rôle d'assistant de Le François; ce sont, après Ungeschick, *Maréchaux*, en 1790; — Paul de *Passerat* (1791-1793); — *Lesne* (1792-1793), qui était un autre neveu de Lalande, et qui mourut en 1793; — *Dunot*, un instant (1793); — Mme *Le François* (1793-1795); — *Harlay* (1793-1794); — *Mignon* (1795); — F. de *Bissy* (1795-1798); — *Catilon* (1798); — *Giroult* (1801); — *Burckhardt*, arrivé à Paris le 15 décembre 1797.

En dehors de ces assistants de l'École militaire, pour certains desquels Lalande obtint des gratifications à défaut de traitements, nous rencontrons encore *Maraldi IV* en 1797 et *Cassini V* en 1798, mais l'un et l'autre abandonnent presque aussitôt l'Astronomie; puis *Ciccolini*, qui travaille deux ans au Collége de France, à partir de 1799; et peut-être faut-il y joindre *Philippidès* (1794) et *Venturi*.

Observatoires de l'École militaire. — La plupart des derniers élèves que nous

---

(1) *Maurice* HENRY (Sauvigny, près de Toul, 1763 mai 30 — † 1825), missionnaire de Saint-Lazare, vient loger chez Lalande le 4 septembre 1788, y reste 40 mois, séjourne ensuite à Mannheim de 1790 à juin 1794. Considéré comme émigré, il se rend en 1795 à Saint-Pétersbourg dont il dirige quelque temps l'observatoire, jusqu'à 1800.

Rentré en France, il travaille en 1801 à la carte de la Bavière et dans la suite paraît s'être occupé uniquement de travaux géodésiques.

venons d'énumérer appartiennent bien moins à l'Observatoire du Collége de France qu'à celui qui fut le troisième établi à l'École militaire.

Il y a eu, en effet, successivement à cette École trois observatoires qui dépendaient de la chaire de Mathématiques, et dont j'ai parlé ailleurs en détail [1].

Le premier fut fondé par Jeaurat en 1760.

Le second, qui en 1769 le remplaça, est celui où travailla Dagelet (1777-1785) : Lalande sut obtenir pour son élève les meilleurs instruments méridiens de l'époque, et Dagelet les utilisa pour faire les observations d'étoiles qui ont donné le catalogue auquel son nom reste attaché. Cet observatoire fut démoli en 1786 et remplacé par le suivant.

Le troisième fut terminé en 1788, et Lalande neveu y détermina d'abord (1789-1791) les étoiles circompolaires qui forment le catalogue dit de Fédorenko, puis (1791-1801) celles qui forment le catalogue de Lalande, un des travaux qui honorent le plus l'Astronomie française. C'est dans ce dernier travail que Le François eut pour aides la plupart des élèves que nous avons cités, à partir de P. Ungeschick.

Voici les données dont nous disposons relativement aux coordonnées de ces trois observatoires :

Premier. — Jeaurat donne (*Mém. Acad.*, 1763, p. 255): $\Delta\mathcal{L} = 1199^{\mathrm{T}}$ ($2336^{\mathrm{m}},9$) O ; $\Delta\varphi = 868^{\mathrm{T}}$ ($1691^{\mathrm{m}},8$) N. Mais nous avons montré (*Bull. astr.*, 4) que ce n'est là qu'une approximation assez grossière. D'après le plan que nous donnons là, reporté sur celui de Paris à $\frac{1}{5000}$, nous adoptons ces valeurs légèrement hypothétiques : $\Delta\mathcal{L} = 2302^{\mathrm{m}}$ O, $\Delta\varphi = 1705^{\mathrm{m}}$ N.

Second. — La liste T_2 le rapporte au dôme de l'École (n° 31) et le place à $52^{\mathrm{T}},8$ ($102^{\mathrm{m}},9$) E et $112^{\mathrm{T}},5$ ($219^{\mathrm{m}},3$) S. Pour le dôme elle donne $1247^{\mathrm{T}},6$ ($2431^{\mathrm{m}},6$) O et $921^{\mathrm{T}},1$ ($1795^{\mathrm{m}},3$); et en conséquence pour l'observatoire : $\Delta\mathcal{L} = 1194^{\mathrm{T}},8$ ($2328^{\mathrm{m}},7$) O et $\Delta\varphi = 808^{\mathrm{T}},6$ ($1576^{\mathrm{m}},0$) N.

Mais les coordonnées du dôme paraissent peu exactes, car T_2 et T_{1896} [2] donnent respectivement : $1248^{\mathrm{T}},9$ ($2434^{\mathrm{m}},15$) et $2432^{\mathrm{m}},95$ O ; — $925^{\mathrm{T}},8$ ($1804^{\mathrm{m}},42$) et $1805^{\mathrm{m}},07$ N. Nous adoptons les valeurs de T_{1896} pour le dôme, avec les différences de T_2 entre le dôme et le second observatoire.

(1) *Bulletin astronomique*, t. 4, 1887, p. 497-504, et t. 5, 1888, p. 30-40.

(2) Nous appelons T_{1896} la Table des coordonnées $\Delta\mathcal{L}$ et $\Delta\varphi$ qui résultent de la dernière triangulation de Paris, et qui sont inscrites sur les marges d'un plan officiel de cette triangulation. Ce plan porte en titre : *Canevas trigonométrique du plan de Paris*, et en bas la date du 1er mai 1896.

Troisième. — D'après Lalande (*Mém. Acad.*, 1789, p. 189), par rapport au second, il était 15^{T} ($29^{m},2$) à l'Ouest et 17^{T} ($33^{m},1$) au Nord. De là et des coordonnées que nous adoptons pour le second, résultent celles de ce troisième observatoire. Nous avons ainsi, comme coordonnées de ces trois observatoires :

1.	$\Delta\mathcal{L} = 2302^{m},0 = 1'.52'',93 = 0^{m}.7,529$ O	$\Delta\varphi = 1705^{m},0 = 0'.55'',20$ N	$\varphi = 48^{\circ}.51'.6'',20$
2.	$2330,0 = 1.54,31 = 0.7,620$	$1585,8 = 0.51,34$	$48.51.2,44$
3.	$2359,2 = 1.55,74 = 0.7,716$	$1618,9 = 0.52,41$	$48.51.3,51$

NAVIGATION. — *Expressions générales de la résistance de l'eau à la marche des navires flottant à l'air libre et de la longueur d'onde de leur houle satellite.* Note de M. **F.-E. Fournier.**

1. En maintenant les notations adoptées dans ma Note précédente, soient : U le volume d'une carène flottant à l'air libre, de forme usuelle, *mais sans partie cylindrique*, et dont la surface immergée Σ a son maître-couple, de largeur principale l et de profondeur p, placé à la distance δ de l'avant de son plan de flottaison, de longueur L ; i l'*incidence d'attaque effective* de sa proue, c'est-à-dire la moyenne des incidences latérales maxima de ses *lignes d'eau* parallèles à son plan de flottaison, depuis ce plan jusqu'à la quille ; $i' = 10^{\circ}39'40''$ une valeur critique de i dont le *sinus* est égal à la *constante générale* $\sin i' = 0,185$, dépendant de la viscosité de l'eau ; R *la résistance totale* de la masse liquide à la translation de la surface Σ à la vitesse v, en mètres par seconde ; w la vitesse dont la propriété caractéristique est d'amener sur le *contour du maître-couple le point le plus bas du premier creux ondulatoire* au-dessous de l'horizon, le plus profond de la houle satellite du navire ; l'expression générale de w étant

$$(1)\qquad \frac{w}{\sqrt{2\delta}} = 0,81272\left(\frac{l^3}{U}\right)^{0,17963}\left[1 - 0,3484\left(\frac{l^3}{U}\right)^{0,1839}\left(3,176 - \frac{l}{p}\right)\left(1,9 - \frac{l}{p}\right)\right] \text{(1)}.$$

2. M'étant proposé de rechercher, expérimentalement, comment varie, avec la vitesse v, croissant de o à ∞, le rapport

$$(2)\qquad \psi = \frac{R}{\frac{\varpi}{2g}\cdot f\,.\,\Sigma v^2},$$

(1) Cette formule doit remplacer celle de la Note précédente.

c'est-à-dire le *coefficient* de la *résistance des formes* de la surface Σ *à sa translation*, à l'air libre, j'ai calculé, dans ce but, ses valeurs, au moyen des mesures correspondantes de R et de v, déduites par les soins éclairés du Service technique de nos constructions navales, de ses propres observations, dans son bassin d'essais de Paris approprié à cet usage, sur des modèles de carènes de tous les types de haut-bord et de flottilles, et j'ai tiré, de cette analyse expérimentale, les conclusions résumées sommairement dans cette Note.

3. Pendant que v croît, de $v = 0$ à $v = \infty$, ψ suit, dans ses variations relatives, des régimes très différents : selon que $\frac{v}{w} < 1$ ou $\frac{v}{w} > 1$; et, dans le second cas, selon que $i \geqq i'$ ou $i < i'$.

Aux vitesses moindres que w, ψ subit une oscillation complète de part et d'autre de sa valeur initiale, $\psi(0) = 1$, en prenant des valeurs *plus grandes* que 1, de la vitesse $v = 0$ à la vitesse $v = v_0$ liée à w par la relation générale

$$(3)\qquad \frac{v_0}{w} = 0,76868\left[1 - \frac{l^3}{U}\right]^{0,33682}\left[1 + 1,0566\left(3,176 - \frac{l}{p}\right)\left(1,9 - \frac{l}{p}\right)\right].$$

Dans cette phase initiale, ψ franchit son *maximum relatif*, à la vitesse $v_1 = \frac{v_0^2}{w}$, et prend ensuite, de $v = v_0$ à $v = w$, des valeurs moindres que 1, dont la *plus petite*, ψ_m, non seulement, de $v = 0$ à $v = w$, mais aussi à toutes les autres vitesses plus grandes que w, a pour expression

$$(4)\qquad \psi_m = 0,7889 + \frac{\sin i(\sin i - \sin i')}{0,14249}\left[1 - \frac{\left(0,38238 - \frac{l^2}{Lp}\right)\left(0,1882 - \frac{l^2}{Lp}\right)}{0,093261}\right],$$

et est atteinte, à la vitesse v_m, liée à v_0 et à w, par la relation générale

$$(5)\qquad \frac{\log v_m - \log v_0}{\log w - \log v_0} = \frac{\log 3 - \log 2}{\log 2}.$$

4. *Aux vitesses plus grandes que* w, ce coefficient ψ augmente en effet : soit, *progressivement* et *indéfiniment*, de $\psi(w) = 1$ vers $\psi(\infty) = \infty$, sur les carènes où $i \geqq i'$, à mesure que $\frac{v}{w}$ croît de 1 à ∞; soit, au contraire, de *moins en moins*, sur les carènes où $i < i'$, jusqu'à son *maximum absolu*, atteint à la vitesse $v_2 = 2w$, d'où il diminue ensuite, *indéfiniment*, vers sa limite asymptotique dont le *minimum*, d'après ma Note précédente, le réduit à la limite

$\psi(\infty) = 1$, sur la carène, de *moindre résistance*, *par ses formes*, à sa translation.

5. Ainsi, l'*aptitude à la vitesse* des formes usuelles d'une carène flottant à l'air libre, dont les éléments déterminatifs à cet égard sont $\sin i$, et le rapport $\frac{l^2}{Lp}$, a pour mesure effective le coefficient ψ_m donné par la formule (4); et la carène, de *moindre résistance*, *par ses formes*, à sa translation, est, en conséquence, celle où ces deux éléments déterminatifs réduisent ce coefficient à son *minimum*, en y satisfaisant à ses deux équations de condition

$$(6) \qquad \sin i_m = \frac{1}{2} \sin i' \qquad \text{et} \qquad \frac{l^2}{L_m p} = 0,2853.$$

6. De ces considérations, il ressort, entre autres, cette importante conclusion : Pour effectuer le tracé de cette carène revêtant les *formes les plus favorables à la vitesse*, il suffit d'y donner à l'incidence d'attaque effective i, de la proue, et à la longueur L, du plan de flottaison, leurs *valeurs optima* respectives

$$(7) \qquad i_m = 5^\circ 18' 30'' \qquad \text{et} \qquad L_m = \left(\frac{1}{0,2853}\right) \frac{l^2}{p},$$

déduites de ces deux équations (6).

Par exemple, pour doter le contre-torpilleur *Boutefeu* qui était, à l'époque de ses essais, la plus rapide des unités de notre marine, des *formes de moindre résistance à sa translation*, *compatibles* avec la largeur principale $l = 7^m,55$, et la profondeur $p = 2^m,525$, de son maître-couple placé, suivant l'usage, à son milieu, il aurait suffi de diminuer l'incidence d'attaque effective de sa proue, de sa valeur $6^\circ 26'$ à $i_m = 5^\circ 18' 30''$, et d'augmenter la longueur de son plan de flottaison, de sa valeur $L = 76^m,4$ à $L_m = 79^\circ 13$.

On voit, par cet exemple, combien l'expression (4) de ψ_m peut être utile aux ingénieurs et aux marins, en leur donnant le moyen, qui leur a manqué jusqu'ici, de *contrôler la valeur relative des formes des carènes*, au point de vue de *leur aptitude à la vitesse*, de la façon la plus simple.

7. Cet aperçu d'ensemble des trois modes de variations différentes de ψ, à toutes les vitesses, de $v = 0$ à $v = \infty$, sur les carènes de formes usuelles, est confirmé par les expressions suivantes que j'ai déduites des observations.

Premier cas $\left[\frac{v}{w} < 1,\ i \gtrless i',\ \theta = 0\right]$:

$$\psi = 1 + (1 - \psi_m)\sin\pi\left(\frac{v}{v_0}\right)^n \left\{1 - \mathrm{M}\left[1 + \sin\pi\left(\frac{v}{v_0}\right)^n\right] + \mathrm{N}\left[1 + \sin\pi\left(\frac{v}{v_0}\right)^n\right]^2\right\} \tag{9}$$

avec

$$n = \frac{\log 2}{\log w - \log v_0}, \quad \mathrm{M} = \left[3,0857\frac{l^2}{\mathrm{L}p}\right]^{2,892}, \quad \mathrm{N} = \left[3,9044\frac{l^2}{\mathrm{L}p}\right]^{4,0564}.$$

Deuxième cas $\left[\frac{v}{w} > 1,\ i \geqq i',\ \theta = 0\right]$:

$$\psi_1 = \left(\frac{v}{w}\right)^{\left\{a_1 \frac{v^2}{w^2}\left[1 - 2,3642\frac{w}{v} + 1,6228\frac{w^2}{v^2}\right]\right\}\sqrt{\frac{\sin i - \sin i'}{0,07242}}} \tag{10}$$

avec

$$a_1 = 49,758\left(\frac{l^2}{\mathrm{L}p}\right)^{1,3239}.$$

Troisième cas $\left[\frac{v}{w} > 1,\ i < i',\ \theta > 0\right]$:

$$\psi_2 = \left(\frac{v}{w}\right)^{\left(a_2\left(\frac{w}{v}\right)^{\frac{\log e}{\log 2}}\left\{1 - b_2\left[\sin\pi\frac{w}{v}\left(1 - \sin\pi\frac{w}{v}\right)\right]^{1,85}\right\}\right)\sqrt{\frac{\sin(\sin i' - \sin i)}{0,008174}}} \tag{11}$$

avec

$$a_2 = 7,9304\left(\frac{l^2}{\mathrm{L}p}\right)^{1,0603}, \qquad b_2 = 43,9945\left(1 - 2,391\frac{l^2}{\mathrm{L}p}\right).$$

Cas intermédiaire à ψ_1 *et* ψ_2 $\left[\frac{v}{w} > 1,\ i = i',\ \theta = 0\right]$:

$$\psi'_1 = \frac{v}{w}. \tag{12}$$

8. Ce sont ces expressions de ψ qui permettent d'en tirer, selon le cas, les valeurs correspondantes de R au moyen de l'équation fondamentale

$$\mathrm{R} = \frac{\varpi}{2g} f \Sigma v^2 \psi, \tag{13}$$

à la condition de déduire, des données U, δ, l, p, résultant de l'avant-projet de la carène en question, la mesure de la surface immergée Σ.

J'ai reconnu que, pour cela, il suffit d'employer, sur les carènes de formes usuelles *mais sans partie cylindrique*, la formule

$$\Sigma = \left(\frac{\mathrm{U}}{l}\right)\left(1 + \frac{l^3}{\mathrm{U}}\right)^{0,49444} \frac{4,4743}{1 + 0,603\left(\frac{\pi}{12}\frac{l^3}{\mathrm{U}}\right)^6} \times \left[1 - 2,41984\left(1 - 1,3169\frac{l^3}{\mathrm{U}}\right)\left(3,176 - \frac{l}{p}\right)\left(1,9 - \frac{l}{p}\right)\right], \tag{14}$$

dans laquelle le dénominateur se réduit à 1, avec l'affinement habituel des carènes en usage, et dont l'avantage est d'être générale, c'est-à-dire applicable encore à la carène *la moins affinée* qui revêtirait la forme, de convexité maximum, d'une *cuvette hémisphérique*, de rayon p, caractérisée par la relation $\frac{\pi}{12}\frac{l^3}{U} = 1$.

9. On n'a donné jusqu'ici aucune expression de la longueur d'onde λ, de la houle satellite des navires en marche, de formes usuelles, flottant à l'air libre, où elle est cependant intimement liée aux valeurs correspondantes du coefficient ψ de la *résistance des formes* des carènes à leur translation, dont résulte cette houle.

Les considérations exposées dans ma Note précédente m'ont conduit à combler cette lacune, en attribuant à l'expression de λ, en fonction de $\frac{v}{w}$ et de ψ, le type général

$$(15)\qquad \lambda = \frac{2\delta}{\psi}\,\frac{\frac{4}{3}\frac{v^2}{w^2}}{1+\frac{v^2}{w^2}\left(1+\frac{2\sin\theta}{3\sin i'}\right)},$$

se décomposant en quatre types distincts :

$$(16)\qquad \lambda = \frac{2\delta}{\psi}\,\frac{\frac{4}{3}\frac{v^2}{w^2}}{1+\frac{v^2}{w^2}}, \qquad \text{pour}\ \left[\frac{v}{w} < 1,\quad i \leqq i',\quad \theta = 0\right],$$

$$(17)\qquad \lambda_1 = \frac{2\delta}{\psi_1}\,\frac{\frac{4}{3}\frac{v^2}{w^2}}{1+\frac{v^2}{w^2}}, \qquad \text{pour}\ \left[\frac{v}{w} > 1,\quad i \geqq i',\quad \theta = 0\right],$$

$$(18)\qquad \lambda'_1 = \frac{2\delta}{\psi'_1}\,\frac{\frac{4}{3}\frac{v^2}{w^2}}{1+\frac{v^2}{w^2}}, \qquad \text{pour}\ \left[\frac{v}{w} > 1,\quad i = i',\quad \theta = 0\right],$$

$$(19)\qquad \lambda_2 = \frac{2\delta}{\psi_2}\,\frac{\frac{4}{3}\frac{v^2}{w^2}}{1+\frac{v^2}{w^2}\left(1+\frac{2\sin\theta}{3\sin i'}\right)} \quad \left\{\begin{array}{l} \text{pour}\ \left[\frac{v}{w} > 1,\quad i < i',\quad \theta > 0\right] \\ \text{et} \\ \sin\theta = \sin\left(\frac{\pi}{2\sqrt{2}}\right)\sqrt{\left(1-\frac{w^2}{v^2}\right)[\sin i(\sin i' - \sin i)]}. \end{array}\right.$$

10. *D'une part*, en effet, les quatre modes de variations relatives de λ, qui lui sont assignés par ces équations, pendant que $\frac{v}{w}$ croît, de 0 à 1, et ψ,

de $\psi(0) = 1$ à $\psi(w) = 1$, sur toutes les carènes indistinctement, satisfont à leurs limites communes, conformes aux observations et à la définition même de w :

$$(20)\qquad \begin{cases} \lambda(0) = \lambda_1(0) = \lambda'_1(0) = \lambda_2(0) = 0 & \text{pour } v = 0; \\ \lambda(w) = \lambda_1(w) = \lambda'_1(w) = \lambda_2(w) = \frac{4}{3}\delta & \text{pour } v = w. \end{cases}$$

D'autre part, les équations (17) et (18) montrent que, conformément aux observations, pendant que $\frac{v}{w}$ croît de 1 à ∞, et ψ_1 et ψ'_1, de $\psi_1(w) = \psi'_1(w) = 1$ à $\psi_1(\infty) = \psi'_1(\infty) = \infty$, λ_1 et λ'_1 ayant atteint leurs *maxima* à la vitesse w, diminuent ensuite, en conséquence, de $\lambda_1(w) = \lambda'_1(w) = \frac{4}{3}\delta$, vers leurs limites asymptotiques communes $\lambda_1(\infty) = \lambda'_1(\infty) = 0$.

L'équation (18) notamment, qui se réduit à

$$(21)\qquad \lambda'_1 = 2\delta\,\frac{\frac{4}{3}\frac{v}{w}}{1 + \frac{v^2}{w^2}},$$

puisque $\psi'_1 = \frac{v}{w}$, sur les carènes où $i = i'$, montre en effet directement que, à cette limite de transition entre les carènes où $\theta = 0$ et celles où $\theta > 0$, le *maximum* de λ'_1 est encore atteint sur les premières à la vitesse $v = w$.

Enfin, l'équation (19) montre que, conformément aux observations, pendant que $\frac{v}{w}$ croît de 1 à ∞, λ_2 continue au contraire à augmenter de $\lambda_2(w) = \frac{4}{3}\delta$ vers sa limite asymptotique *maximum*, $\lambda_2(\infty) = 2\delta$, ainsi que ψ_2 et $\sin\theta$, de $\psi_2(w) = 1$ et $\sin\theta_w = 0$, vers leurs limites asymptotiques respectives. $\psi_2(\infty) = 1$ et $\sin\theta_\infty = \sin\left(\frac{\pi}{2\sqrt{2}}\right)\sqrt{\sin i(\sin i' - \sin i)}$, dont le *maximum* est $\sin\theta_\infty = \frac{1}{2}\sin i'$ sur la carène de *moindre résistance par ses formes* à sa translation.

11. *Nota.* — Les considérations et les formules entièrement nouvelles de cette Note et de la précédente *complètent et rectifient* celles de mes recherches antérieures, se ressentant nécessairement de tâtonnements inévitables sur un sujet aussi complexe ; car il comportait, on le voit, d'après cette analyse expérimentale, non pas un problème unique à résoudre, ainsi qu'on a pu le croire, mais trois problèmes différents échappant également, par leurs natures, aux solutions purement théoriques, ou simplement empiriques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de la diméthylcyclohexanone obtenue par méthylation de l'α-méthylcyclohexanone sodée.* Note de MM. A. **Haller** et R. **Cornubert**.

Dans une étude commencée en 1913, l'un de nous (¹) a appelé l'attention sur le fait que le dérivé diméthylé provenant de l'action de l'iodure de méthyle sur l'α-méthylcyclohexanone, sodée au moyen de l'amidure de sodium pouvait être, ou bien le dérivé αα' ou son isomère dissymétrique ou enfin un mélange des deux. Pour être fixé sur ce point, il a été fait usage de la réaction, imaginée à propos du camphre, qui consiste à traiter le dérivé sodé par de l'aldéhyde benzoïque pour obtenir un dérivé benzylidénique (²). Cette réaction est devenue depuis, surtout entre les mains de M. Wallach, d'une application générale pour toutes les cétones cycliques renfermant les groupements $-CH^2-CO-CR^2-$ et $-CH^2-CO-CH^2-$.

Quelques grammes de notre diméthylcyclohexanone, préalablement sodée avec de l'éthylate de sodium, nous avait en effet fourni, avec l'aldéhyde benzoïque, un dérivé benzylidénique fondant à 78°, d'où nous avons conclu que notre diméthylcyclohexanone renfermait au moins de petites quantités de composé dissymétrique. Interrompues par la guerre, nos recherches n'ont pu être reprises que depuis quelques mois. Ajoutons qu'entre temps MM. Auwers et Krollpfeiffer (³) ont répété notre préparation et soumis le dérivé obtenu à la même épreuve de l'aldéhyde benzoïque en donnant comme point de fusion, du produit benzylidénique de condensation, 82°-83°. Les rendements en ce produit réalisés par ces auteurs les conduisent à admettre que notre diméthylcyclohexanone est principalement constituée par le diméthylcyclohexanone αα. Toutefois, comme ils ont eu le soin de soumettre, à la même épreuve, de la diméthylcyclohexanone symétrique αα', préparée par une autre voie, et que cet isomère a également fourni des produits de condensation avec l'aldéhyde benzoïque, la question de savoir si le dérivé de substitution diméthylé obtenu par nous n'est pas un mélange des deux isomères reste ouverte.

Quoi qu'il en soit, nous avons repris nos expériences sur de plus grandes quantités de matière et opéré la condensation en présence : 1° d'éthylate de sodium; 2° de méthylate de sodium; 3° d'acide chlorhydrique.

(¹) A. Haller, *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 179.

(²) A. Haller, *Comptes rendus*, t. 113, 1891, p. 2226.

(³) K. v. Auwers et F. Krollpfeiffer, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. 48, 1915, p. 1226.

Diméthylcyclohexanone. — Obtenue très pure avec un rendement de 46 pour 100 en partant de 300g d'α-méthylcyclohexanone, ce dérivé bout à 170°,5-171° (corr.) à la pression ordinaire. Reprises, ses constantes sont $d_4^{20.5} = 0{,}9137$; $n_D^{20.5} = 1{,}4480$; R. M. = 36,92 (calc. 37,00). Elles sont tout à fait identiques à celles données par MM. Auwers et Lange [1], et Meerwein et Unkel [2] pour le dérivé dissymétrique, et par M. Wallach [3], et MM. Auwers et Krollpfeiffer [4] pour le composé symétrique.

Condensation de l'aldéhyde benzoïque avec le dérivé diméthylé en présence de l'éthylate de sodium. — Le mode opératoire employé a été le mode opératoire habituel (durée de contact, 24 heures). Trois essais ont été faits en employant les proportions suivantes :

	I.	II.	III.
Diméthylcyclohexanone....	5g	5g	15g
Aldéhyde benzoïque.......	4,2	4,2	12,6
Sodium...................	0,9	0,9	2,7
Alcool éthylique absolu....	50cm³	50cm³	150cm³

Après lavage, séchage et distillation fractionnée du produit, on a isolé de l'aldéhyde benzoïque et de la cétone (7g,2) non condensées, de la benzylidènediméthylcyclohexanone qui, après purification, fond réellement à 82°-82°,5, et enfin un résidu huileux incristallisable. Les 7g,2 de cétone récupérée ont de nouveau été condensés avec de l'aldéhyde et ont encore fourni du dérivé benzylidénique, de sorte que le rendement en ce dernier dérivé a été de 10g,7, c'est-à-dire de 26 pour 100. Ce rendement se rapproche de celui (24 pour 100) des auteurs allemands. Ajoutons que MM. v. Auwers et Krollpfeiffer ont obtenu le même dérivé fondant à 82° en partant d'une diméthylcyclohexanone αα préparée par une autre voie (*loc. cit.*).

Condensation en présence du méthylate de sodium. — Exécutée dans les mêmes conditions, cette condensation, opérée sur 33g de cétone diméthylée, ne nous a fourni que 11g de produit cristallisé (soit 20 pour 100) à côté de composés huileux et de traces d'un corps presque insoluble dans l'alcool et fondant à 230° en se décomposant.

Condensation effectuée en présence d'acide chlorhydrique. — Le mode opératoire employé a été celui réalisé par M. Martine, dans notre laboratoire, à propos de la benzylidènementhone [5]. Dans un mélange, bien refroidi, de cétone et d'aldéhyde benzoïque, on a fait passer de l'acide chlorhy-

(1) K. v. Auwers et Lange, *Ann. der Chemie*, t. 401, 1914, p. 303.

(2) Meerwein et Unkel, *Ibid.*, t. 376, 1910, p. 152.

(3) Wallach, *Ibid.*, t. 397, 1912, p. 200.

(4) K. v. Auwers et Krollpfeiffer, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. 48, 1915, p. 1226.

(5) C. Martine, *Ann. Chimie*, 8e série, t. 3, 1904, p. 66.

drique sec jusqu'à saturation. Abandonné pendant 24 heures, ce mélange a pris une couleur rouge, est devenu très visqueux et resté incristallisable. Le produit brut est repris par une solution de carbonate de sodium à 5 pour 100 jusqu'à décoloration, puis traité par de la potasse alcoolique à 10 pour 100, à une température de 50° à 60°, afin de décomposer le dérivé hydrochloré formé.

Cinq opérations ont été faites successivement avec des quantités de cétone diméthylée allant de 40g à 50g chacune, et des poids d'aldéhyde variant de 33g à 42g. Dans les deux premières, les produits inaltérés (cétone et aldéhyde) ont été séparés à la vapeur d'eau, et dans les trois dernières, par distillation fractionnée. Les fractionnements ont donné des portions A passant de 185° à 215° suivant la pression (16mm à 30mm), des fractions B, distillant de 210° à 235° et des portions C passant de 230° à 280° dans les mêmes conditions de pression.

L'examen des portions A a montré qu'elles étaient constituées par de la benzylidènediméthylcyclohexanone fondant à 82°-82°,5 et bouillant à 191°-192° (corr.) sous 20mm et par un liquide visqueux A′.

Les portions B contiennent encore de la benzylidènediméthylcyclohexanone. Les portions C se présentent sous la forme d'une matière ayant tout à fait l'aspect de la colophane : couleur, consistance et cassure nette. De ces portions, par reprise au moyen de l'alcool à 95° bouillant, on sépare des cristaux et un liquide visqueux C′. Ces cristaux repris eux-mêmes par l'alcool en quantité insuffisante pour une dissolution totale ont pu être séparés en cristaux fondant à 117°-118° et en cristaux fondant à 188°-190°.

Les proportions suivant lesquelles ces différents corps se sont formés sont entièrement variables d'un essai à l'autre, ainsi que le montre le Tableau suivant, bien que nous nous soyons toujours placés dans les mêmes conditions (en ramenant tous les essais à 50g de cétone).

	Essais.				
	I.	II.	III.	IV.	V.
	g	g	g	g	g
Benzylidènediméthylcyclohexanone (F. 82°)	29,5	32,5	35,0	36,0	39,0
Produit visqueux A′	18,0	10,0	12,0	12,0	14,0
Corps fondant à 119°-120° (corr.)	11,5	2,1	4,2	4,7	0,4
Corps fondant à 193°-195° (corr.)	0,6	4,5	4,3	1,0	0,2
Produit visqueux	3,9	13,0	17,1	8,3	4,0
Rendement en cristaux (F. 82°) (pour 100)	35,0	38	41	42	46

Étude du produit visqueux A′. — De 40g de ce produit, de couleur jaune,

on a pu retirer, après deux fractionnements successifs, une portion de 23^g passant de 197°-198° (corr.) sous 28^{mm}. Ce liquide, d'un jaune citron, présente la composition de la benzylidènediméthylcyclohexanone comme le montre l'analyse : C pour 100 = 83,41 ; H pour 100 = 8,39. Or, le dérivé benzylidénique exige : C pour 100 = 84,10 ; H pour 100 = 8,45. Le faible écart entre les chiffres trouvés et ceux calculés tient à ce que le liquide renfermait encore des traces de chlore.

L'existence de cet isomère liquide rappelle les faits mis en lumière par les travaux de M. Bœdtker (¹) sur les benzylidènementhones, recherches qui ont révélé l'existence d'une benzylidènementhone liquide à côté des deux isomères solides découverts par M. Martine (²).

Étude du corps fondant vers 117°-118°, $C^{22}H^{24}O^2$. — Malgré tous les fractionnements auxquels nous nous sommes livrés, ce corps, sous sa forme la plus pure, suintait à 115°, fondait à 117°-118°, en donnant un liquide pour ainsi dire clair, mais qui ne s'éclaircissait totalement qu'à 123°. Il contient donc un peu de la substance fondant à 188°-189°, ainsi que des traces de chlore. Les chiffres fournis par l'analyse conduisent à la formule $C^{22}H^{24}O^2$, ce qui en fait une combinaison d'une molécule de benzylidènecyclohexanone avec une molécule d'aldéhyde benzoïque :

$$C^{15}H^{18}O + C^6H^5CHO = C^{22}H^{24}O^2.$$

Ce composé est très soluble dans l'alcool chaud, mais à peine dans l'alcool froid.

Étude du corps fondant à 188°-190°. — Ce corps, à peine soluble dans l'alcool même bouillant, se présente sous la forme de petits cristaux blancs qui sont isomères avec le produit 117°-118°. Son analyse a donné des nombres qui conduisent à la formule $C^{22}H^{24}O^2$.

Nous avons essayé de faire la synthèse de ces deux corps en effectuant les essais suivants :

1° Une solution de benzylidènediméthylcyclohexanone dans l'éther anhydre additionnée d'une quantité équimoléculaire d'aldéhyde benzoïque, fut saturée d'acide chlorhydrique sec et abandonnée à elle-même. Un traitement approprié a montré qu'il n'y eut aucune condensation.

(¹) Bœdtker, *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, t. 17, 1915, p. 377.

(²) *Loc. cit.*

2° Nous avons mis de la benzoïne en suspension dans du benzène contenant la quantité équimoléculaire de cétone diméthylé et avons saturé le mélange d'acide chlorhydrique sec. Le résultat a encore été négatif.

3° Nous avons enfin cherché à accroître le rendement de ces dérivés en faisant agir 2^{mol} d'aldéhyde sur 1^{mol} de cétone. Cette augmentation d'aldéhyde n'a eu d'autre effet que d'accroître la quantité du produit visqueux C′.

Quoi qu'il en soit, il semble que les deux isomères $C^{22}H^{24}O^{2}$ représentent des produits de condensation anormale de la diméthylcyclohexanone (1^{mol}) avec l'aldéhyde benzoïque (2^{mol}). Cette condensation est à rapprocher de celles déjà observées par M. Wallach [1] avec certaines terpénones non saturées, comme la menthénone, sous l'influence du même agent de condensation.

Il reste à démontrer la constitution de ces deux corps, ainsi que leur origine, et à voir s'ils sont formés à partir de la diméthylcyclohexanone dissymétrique ou de son isomère symétrique, puisque les auteurs allemands ont observé que la cétone symétrique peut réagir avec l'aldéhyde benzoïque.

Étude du corps visqueux C′. — Abandonné à lui-même, ce liquide laisse déposer peu à peu des cristaux (1^{g}) qui fondent à 119°-120° (fusion commençante 117°, complète 126°), qui semblent principalement constitués par le corps $C^{22}H^{24}O^{2}$ de point de fusion 117°-118°. Le liquide visqueux restant n'a pas été étudié.

En résumé, d'accord avec MM. v. Auwers et Krollpfeiffer, nous avons constaté que notre diméthylcyclohexanone se condense, en majeure partie, avec de l'aldéhyde benzoïque, pour donner naissance à de l'α′-benzylidène-αα-diméthylcyclohexanone fondant à 82°-82°,5.

$$
C^{6}H^{5}CHO + \begin{array}{c} CH^{2} \\ H^{2}C \diagup \quad \diagdown CH^{2} \\ | \qquad\quad | \\ H^{2}C \diagdown \quad \diagup C \begin{array}{l} \diagup CH^{3} \\ \diagdown CH^{3} \end{array} \\ CO \end{array}
= \begin{array}{c} CH^{2} \\ H^{2}C \diagup \quad \diagdown CH^{2} \\ | \qquad\quad | \\ C^{6}H^{5}-CH=C \diagdown \quad \diagup C=(CH^{3})^{2} \\ CO \end{array} + H^{2}O.
$$

Il en résulte, nécessairement, que notre diméthylcétone est dissymétrique.

(1) Wallach, *Ann.*, t. 305, 1899, p. 275.

Nous avons, en outre, fait voir, qu'indépendamment de ce dérivé cristallisé, il se forme dans les opérations étudiées : 1° un isomère liquide, jaune et incristallisable; 2° deux autres produits cristallisés fondant respectivement à 117°-118° et 188°-190°, répondant tous deux à la formule $C^{22}H^{24}O^{2}$. Nous poursuivons cette étude, ainsi que celle des homologues supérieurs de la diméthylcétone.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la « structure étagée » de certains bois.* Note de M. **Henri Lecomte**.

Les rayons du bois (généralement désignés sous le nom de *rayons médullaires*) doivent être pris en spéciale considération dans l'étude et la caractérisation des bois.

Ces rayons peuvent être plus ou moins rapprochés, avec des hauteurs variables suivant les espèces; on peut les trouver très étroits ou, au contraire, plus ou moins larges; tous semblables, ou présentant dans le même bois plusieurs types de grandeur; ils peuvent être de structure homogène ou hétérogène, cette hétérogénéité pouvant elle-même présenter diverses modalités; les cellules se montrent remplies de cristaux ou en sont dépourvues; mais il convient surtout de retenir que, dans le bois, les rayons sont susceptibles de présenter des dispositions relatives caractéristiques, dont nous nous occuperons exclusivement dans cette Note.

Les sections longitudinales tangentielles, perpendiculaires à la direction des rayons, sont celles qui permettent le mieux de mettre en évidence les relations de position des divers rayons.

Par des sections de cette nature, on voit le plus souvent que les sections fusiformes des rayons se trouvent disposées sans ordre apparent et, par conséquent, en chicane les unes par rapport aux autres. C'est le cas de beaucoup le plus fréquent, même chez les bois des pays chauds et, pour ce qui concerne les bois des régions tempérées ou froides, on peut admettre que c'est la règle absolue.

Mais dans les pays tropicaux, et pour certains arbres appartenant à des groupes botaniques déterminés, sous l'influence de conditions qu'il serait intéressant de préciser, des rayons de même forme et de même hauteur se montrent, sur des sections longitudinales tangentielles, disposés en séries transversales souvent très régulières. Cet arrangement spécial, tout à fait caractéristique, est parfois visible à l'œil nu, souvent à la loupe et, dans certains cas, avec l'aide du microscope seulement.

Bien que non signalé dans nos Ouvrages de Botanique, même ceux qui renferment les renseignements les plus circonstanciés sur la structure des végétaux, ce caractère n'a pas échappé complètement à F.-R. Höhnel (1884), Th. Yaensh (1884), Saupe (1887), Wiesner (1903) qui ont eu l'occasion de traiter de la structure des bois et, récemment encore, J. Record consacrait à cette question une Note assez étendue (¹).

Ce dernier auteur réunit, sous le nom de *Storied or tier-like structure*, toutes les dispositions régulièrement sériées des éléments du bois, soit que cette disposition spéciale ne se rencontre que dans les éléments du parenchyme, soit au contraire qu'elle se manifeste à la fois chez plusieurs sortes d'éléments, comme les cellules de parenchyme ligneux, les fibres et enfin les segments vasculaires.

Nous n'adoptons pas cette manière de voir, qui a pour résultat d'attribuer la même structure générale à des bois de caractère très différent. Comme on l'a dit plus haut nous considérerons uniquement la disposition des rayons et nous désignerons sous la dénomination de *bois étagés* ceux qui possèdent des rayons de hauteur sensiblement égale, disposés, dans une section longitudinale tangentielle du bois, de la même façon que les rangées régulières de fenêtres des étages d'une construction. Dans ces conditions, la dénomination adoptée se justifie amplement.

Chez le bois de *Pterocarpus pedatus* Pierre (Légumineuse indo-chinoise), par exemple, les rayons médullaires hauts de 6-8 cellules (en moyenne 180^{μ}) paraissent, sur une section longitudinale tangentielle d'une bille de bois, autant de meurtrières étroites formant dans un mur des étages rapprochés et, le plus souvent, les rayons d'un étage alternent avec ceux du rayon directement superposé ou du rayon situé au-dessous. Or dans ce bois les fibres et les segments vasculaires présentent, comme les rayons, la hauteur d'un étage.

Dans le bois de *Columbia Thorelii* Gagn. (Tiliacées) il existe, d'une part, des rayons étroits ayant la même hauteur que les fibres et que les segments vasculaires, c'est-à-dire 400^{μ}-500^{μ}, et ces rayons sont étagés comme ceux de l'espèce précédente; mais il existe d'autre part des rayons larges, dont la hauteur est égale à 4, 5 ou même 6 étages et, à la loupe, ces derniers rayons paraissent à peu près seuls visibles, de telle façon que le bois ne paraît pas étagé. Ces derniers bois sont en somme très différents des premiers et il ne paraît pas possible de réunir ces deux structures sous la

(¹) *Bull. of the Torrey Bot. Club*, juillet 1919, p. 253.

même dénomination. Tout au plus pourrait-on dire que le bois de *Columbia Thorelii* et celui d'une Sterculiacée présentant à peu près le même caractère général (*Pterospermum grewiæfolium* Pierre) sont des *bois semi-étagés*.

Chez les *Sterculia*, la même disposition se retrouve, mais avec des rayons très larges, dont la hauteur est de plusieurs étages et des rayons étroits, peu nombreux, visibles seulement au microscope et nettement étagés. Une Malvacée (*Hibiscus præclarus* Gagn.) présente le même caractère.

Enfin chez une Légumineuse à bois exceptionnellement léger (*Herminiera Elaphroxylon* G. et P.) du centre africain, les cellules du parenchyme ligneux se trouvent seules disposées en couches régulières, c'est-à-dire en étages.

La dénomination de *bois étagés* doit être réservée suivant nous aux bois dont les rayons ayant sensiblement la même hauteur sont disposés par étages très nets; on désignera sous le nom de *bois semi-étagés* ceux qui possèdent des rayons étroits étagés et quelques rayons larges non étagés.

Enfin, de la même façon qu'on refuserait le nom d'*étages* aux séries horizontales de moellons formant le mur d'une maison, de même on ne donnera pas le nom *bois étagés* à ceux dont les rayons ne justifient pas cette dénomination, mais dont les éléments du parenchyme ligneux sont seuls par séries régulières (*Herminiera*).

Cette structure spéciale ne se rencontre pas chez tous les bois des pays tropicaux et elle nous semble limitée à certains groupes. Dans la famille des Légumineuses par exemple, le caractère de « bois étagé » paraît spécial aux Papilionées, à l'exclusion des Cæsalpiniées et des Mimosées. Et s'il faut faire exception pour les *Dialium*, habituellement placés par les botanistes dans la sous-famille des Cæsalpiniées, il faut reconnaître que la réduction du nombre des pétales et parfois même l'absence de ces pièces dans les fleurs ne laissent pas de jeter quelque doute sur la place qu'il convient d'attribuer à ce genre.

Les Légumineuses chez lesquelles nous avons observé spécialement la *disposition étagée* du bois sont les suivantes : *Lonchocarpus sericeus* H. B. et K. (Congo), *Milletia ichtyoctona* Drake (Tonkin), diverses espèces du genre *Dalbergia : D. lanceolaria* L. (Inde), *D. latifolia* Roxbg. (Inde), *D. Oliveri* Gamble, *D. cochinchinensis* Pierre, *D. bariensis* Pierre (Indo-Chine); *Pterocarpus pedatus* Pierre (Indo-Chine), *P. indicus* Willd. (Inde et Philippines); *Ormosia venosa* Baker (Malacca); *Bocoa prouacensis* Aubl. (Guyane), *O. Villamilii* Merr. (Philippines); *Machærium sp.* (Am. Sud); *Miroxylon*

peruiferum L. (Am. Sud); diverses espèces *d'Erythrina : E. variegata* Merr. var. *orientalis* (Philippines), etc.

Les espèces précédentes appartiennent toutes aux Légumineuses-Papilionées. Il faut y ajouter les espèces du genre *Dialium*, placé, comme on l'a dit plus haut, dans les Légumineuses-Cæsalpiniées : *D. cochinchinense* Pierre et *D. guineense* Willd., dont la provenance est suffisamment indiquée par le nom.

Diverses espèces du genre *Dalbergia* fournissent un bois désigné sous le nom de *palissandre* que tout le monde connaît, du moins de nom, et que le caractère signalé plus haut permet de reconnaître facilement d'autres bois qu'on peut lui substituer.

Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer en passant que le caractère nettement étagé du bois de palissandre, joint à la présence de couches circummédullaires de parenchyme, donne à ce bois une exceptionnelle régularité qu'on pourrait comparer à celle d'un massif de maçonnerie constitué par des moellons réguliers et égaux. Il est évident qu'un tel caractère de régularité paraît bien propre à assurer au bois une contractilité et une dilatabilité à peu près égales dans tous les sens, ce qui constitue une supériorité incontestable pour un bois d'ébénisterie.

Dans la famille des Zygophyllacées nous avons noté comme bois nettement étagés: *Guaiacum sanctum* L. (Amér. trop.), *Bulnesia Sarmienti* Lorentz (Rép. Argent.), *Porliera hygrometra* R. et P. (Pérou). Le premier fournit le bois de gaïac; son caractère étagé, à étages très serrés, permet de le reconnaître de ses succédanés possibles.

Enfin nous signalerons encore cette structure chez une Malvacée (*Thespesia populnea* Soland.), une Sapindacée (*Æsculus turbinata* Bl.), une Salicacée (*Salix japonica* Thunb.), etc.

Quant à la structure semi-étagée chez laquelle les petits rayons sont seuls disposés par étages réguliers, nous l'avons observée chez des Tiliacées (*Columbia Thorelii* Gagn.), des Malvacées (*Hibiscus præclarus* Gagn.), des Sterculiacées (*Sterculia hypochra* Pierre et *Pterospermum Grewiæfolium* Pierre) et enfin une Bombacée (*Bombax malabaricum* D. C.). Or ces familles se trouvent étroitement réunies dans le groupe des Malvales.

Il n'est pas sans intérêt, on le conviendra, de constater que les caractères de structure du bois viennent confirmer pleinement les groupements établis d'après la considération de la fleur et du fruit.

Enfin nous devons ajouter que la *structure étagée* ne se manifeste qu'à une

certaine distance de la moelle, c'est-à-dire dans le bois déjà arrivé à une épaisseur notable et dans lequel ne se manifestent plus ni l'accroissement en longueur ni les déplacements produits par le passage des faisceaux se rendant aux feuilles. Nous avons recherché en vain la structure étagée dans des échantillons d'herbier de *Pterocarpus* et de *Dalbergia*, alors que le bois âgé provenant des mêmes espèces possède cette structure bien caractérisée.

BOTANIQUE. — *La structure de la cellule végétale et son metabolisme.* Note de M. **P.-A. Dangeard.**

Le cytoplasme de la cellule végétale renferme, d'après mes observations, trois systèmes distincts d'éléments figurés [1] :

1° Le *vacuome*, formé par les *métachromes* et les vacuoles ordinaires : ce système donne naissance aux corpuscules métachromatiques et à l'anthocyane ;

2° Le *plastidome*, constitué par l'ensemble des plastes, *mitoplastes*, *amyloplastes*, *chloroplastes*, etc., dont la fonction est de produire les pigments chlorophylliens et l'amidon ;

3° Le *sphérome*, comprenant de nombreux globules d'aspect réfringent : ce sont les *microsomes* qui, au moins dans certains cas, paraissent en relation avec la production de substances oléagineuses.

J'ai opposé l'existence générale de ces trois systèmes indépendants à la théorie de Guilliermond, qui admettait jusqu'ici que les diverses sécrétions de la cellule, corpuscules métachromatiques et amidon, anthocyane et chlorophylle, huile, tanin et glycogène, provenaient d'un seul élément, la *mitochondrie*, susceptible de se transformer en *chondriocontes* et *chondriomites*.

Dans une Note récente [2], Guilliermond reconnaît d'une façon générale l'existence des trois systèmes cités plus haut. On peut conclure, dit-il, qu'il y a lieu de distinguer dans la cellule végétale :

1° Un appareil vacuolaire (vacuome de M. Dangeard), qui présente à son origine des formes mitochondriales ;

---

(1) P.-A. Dangeard, *Sur la distinction du chondriome des auteurs en vacuome, plastidome et sphérome* (*Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 1005).

(2) Guilliermond, *Sur les éléments figurés du cytoplasme* (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 612).

2° Un chondriome semblable à celui de la cellule animale et constitué par deux variétés de mitochondries ;

3° De petits globules de nature probablement lipoïde qui n'ont rien de commun avec le chondriome.

On remarquera qu'il n'est plus question d'un chondriome donnant naissance aux diverses sécrétions et produits de la cellule : ce système ne comprend plus que des amyloplastides (*loc. cit.*, p. 614) qui fournissent l'amidon et une seconde variété de mitochondries dont le rôle est ignoré.

Or les amyloplastides et les autres plastes sont bien connus depuis longtemps : si quelques formes jeunes ont été découvertes ou mieux caractérisées dans ces dernières années, ce n'est pas une raison pour les ranger parmi les mitochondries dont la découverte dans les cellules animales est récente (Benda, 1897) : ces plastes doivent donc, incontestablement, conserver leur nom et être réunis sous le nom de plastidome.

La théorie du chondriome, en ce qui concerne la cellule végétale, s'effondre, car je ne suppose pas qu'on veuille la retenir pour une prétendue variété de « mitochondries » dont on ignore la fonction et qui rentre peut-être dans la catégorie des microsomes du sphérome, ou des corpuscules métachromatiques du vacuome; si ces éléments en sont indépendants et existent réellement, ce dont je doute, il faudra, lorsqu'on les connaîtra mieux, les comprendre sous un nouveau nom qui ne sera certainement pas celui de mitochondrie, qui prêterait trop à de fâcheuses confusions.

L'erreur de Guilliermond a été *de comprendre, sous le nom de mitochondries, tous les éléments qui se comportaient de la même façon par les méthodes dites mitochondriales : or ces éléments sont de nature très différente, malgré une constitution histochimique analogue*; ce qui importe, *c'est d'établir leur filiation et leur évolution :* ainsi, les plastes qui dérivent les uns des autres présentent, aux différents stades de leur existence, des réactions très différentes; il en est de même des microsomes.

Le rapide exposé historique qui va suivre montrera comment je suis arrivé, dans ces dernières années, en appliquant ces idées, à élargir le champ de nos connaissances sur la structure de la cellule végétale et son métabolisme.

Les corpuscules métachromatiques de Babès ou grains rouges de Butschli ont été étudiés par un grand nombre d'auteurs et en particulier par Guilliermond : celui-ci attribue la formation de ces éléments au chondriome.

Chez les Champignons « les chondriocontes forment sur leur trajet, soit au milieu, soit aux extrémités, soit dans une région quelconque de petits grains offrant l'aspect de vésicules ou parfois homogénes... : ces grains se détachent par résorption des parties effilées du chondrioconte, pénètrent dans les vacuoles et prennent tous alors nettement l'aspect de vésicules constituées par un corpuscule métachromatique incolore entouré d'une écorce mitochondriale... : celle-ci s'épuise lorsque le corpuscule est arrivé à l'état de maturité. La naissance des corpuscules métachromatiques s'effectue donc au sein des mitochondries comme celle de l'amidon » [1].

Chez les Algues, l'origine des corpuscules métachromatiques serait la même : le chromatophore des Algues correspondrait à un chondriome et les corpuscules métachromatiques seraient élaborés à l'intérieur de ce chondriome; pour l'auteur, ce serait là « un fait absolument démontré » (*loc. cit.*, p. 58).

Or j'ai prouvé que *les corpuscules métachromatiques, loin d'être formés comme l'amidon par des sortes de plastes ou mitochondries, étaient simplement le résultat de la précipitation de la substance métachromatique, contenue dans les vacuoles, sous l'influence d'un colorant vital ou sous l'action de différents réactifs* [2].

Il me fut bientôt donné de rectifier une autre erreur.

On sait que beaucoup de plantes ont leurs feuilles colorées en rouge par un pigment qui est l'anthocyane : ce pigment qui vire au bleu dans un milieu basique se trouve également dans beaucoup de fleurs qui lui doivent une grande variété de coloris.

D'après Guilliermond, les pigments anthocyaniques sont, comme les autres pigments végétaux, le produit de l'activité des mitochondries : les descriptions qu'il donne de leur mode de formation et qui rappellent celles de l'origine des corpuscules métachromatiques, paraissent très nettes : là encore de nombreux chondriocontes minces, allongés et flexueux, disposés autour du noyau, s'épaississent peu à peu et s'imprègnent de pigment rouge, puis se transforment chacun en haltères; les deux têtes de celles-ci se séparent, prennent la forme de sphérules qui grossissent et s'introduisent dans de petites vacuoles où elles se dissolvent [3].

---

(1) Guilliermond, *Recherches sur le chondriome chez les Champignons et les Algues* (*Revue générale de Botanique*, 1915, p. 50 de l'Extrait).

(2) P.-A. Dangeard, *La métachromatine chez les Algues et les Champignons* (*Société botanique de France*, mars 1916).

(3) Guilliermond, *Quelques remarques nouvelles sur la formation des pigments anthocyaniques au sein des mitochondries* (*Société de Biologie*, t. 75, 1913, p. 478).

Le tanin aurait aussi une origine mitochondriale et se formerait dans le noyer de la même manière que l'anthocyane ([1]).

Il ne me fut pas difficile de montrer que la *formation des pigments anthocyaniques se produisait suivant un mode tout différent : ce que Guilliermond avait pris pour des chondriocontes assimilables aux plastes amylifères, était tout simplement la série des états jeunes du système vacuolaire :* en réalité, *l'anthocyane est un produit du vacuome, alors que l'amidon est un produit du plastidome* ([2]). On en peut dire autant des tanins *qui, loin d'avoir une origine mitochondriale, se forment également dans le système vacuolaire.*

Toutes ces observations m'avaient mis en mesure de préciser l'évolution dans la cellule végétale du système vacuolaire, évolution qui est encore presque totalement inconnue dans les tissus animaux.

Le système vacuolaire ou vacuome débute par des corpuscules de métachromatine qui se montrent sous la forme de grains, de bâtonnets, de filaments : ces éléments, auxquels j'ai donné le nom de *métachromes*, sont des vacuoles élémentaires qui n'ont rien à voir avec des plastes ; ils s'unissent et se ramifient en un fin réseau qui entoure le noyau ; ce réseau s'épaissit en certains points pour former les vacuoles ordinaires et celles-ci à leur tour s'unissent pour donner la vacuole centrale ([3]).

J'ai suivi cette évolution sur de nombreux exemples empruntés aux Champignons, aux Algues, aux Phanérogames : elle vient d'être reconnue et décrite chez les Gymnospermes ([4]).

La découverte de ces premiers stades du système vacuolaire posait une question de terminologie assez embarrassante : je venais de démontrer que ces corpuscules, ces bâtonnets, ces chaînettes, ces filaments simples ou ramifiés appartenaient au système vacuolaire et n'avaient rien de commun avec les plastes ; or, Guilliermond continuait de confondre ces deux sortes de formations sous le nom de *chondriome*.

Afin d'éviter de créer un nom nouveau, je proposai de limiter le nom de chondriome à l'ensemble du système vacuolaire en séparant nettement

---

([1]) Guilliermond, *Sur la formation de l'anthocyane au sein des mitochondries* (*Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1924).

([2]) P.-A. Dangeard, *Note sur la formation des pigments anthocyaniques* (*Société bot. de France*, avril 1916).

([3]) P.-A. Dangeard, *Notice sur ses travaux scientifiques*. Supplément, Paris, 1917, avec liste des publications antérieures sur le sujet.

([4]) Pierre Dangeard, *Sur l'évolution du système vacuolaire chez les Gymnospermes* (*Comptes rendus*, t. **170**, 1920, p. 474).

celui-ci de l'ensemble des plastes ([1]). Cette solution semblait d'autant plus naturelle que les stades jeunes du chondriome ainsi limité possédaient la plupart des réactions attribuées au chondriome de la cellule animale : pouvoir électif vis-à-vis des colorants vitaux et en particulier du vert Janus, noircissement par l'acide osmique et fixation, insolubilisation par les sels de chrome, etc.; d'autre part, la question de l'existence de véritables plastes dans la cellule animale restait évidemment entière.

Dans une Note ultérieure, constatant que l'expression chondriome limitée au système vacuolaire pouvait donner lieu à des confusions regrettables, je me décidai à séparer nettement les différents éléments figurés du cytoplasme, confondus par les auteurs sous le nom de *chondriome* en trois systèmes : *vacuome*, *plastidome* et *sphérome* (*loc. cit.*).

Le vacuome est maintenant bien connu : grâce à l'emploi des colorants vitaux, qui, ainsi que je l'ai montré, le colorent dans la cellule vivante, à l'exclusion des autres éléments, il est relativement facile de suivre son évolution.

Ce vacuome contient en solution colloïdale une substance, la métachromatine qui jouit de propriétés osmotiques et électives remarquables : elle montre en général le phénomène encore inexpliqué de la métachromasie; elle est précipitée de sa solution par certains réactifs, comme l'alcool absolu pour les Algues et les Champignons, l'acide osmique ou le bichromate de K pour les Phanérogames; elle se colore fréquemment comme la chromatine du noyau.

Cette méchromatine est constituée sans doute par un mélange de plusieurs substances, osmotines, électivines, etc., qu'une analyse ultérieure permettra peut-être d'isoler dane la suite : comme elle est élective, elle se trouve d'ailleurs toujours associée ou combinée à différents corps qui lui viennent du cytoplasme et du noyau.

Il me semble que l'emploi du mot métachromatine, appliqué, d'une façon générale, à la substance en solution colloïdale dans les vacuoles, est tout aussi justifié que l'emploi du mot chlorophylle, s'appliquant au pigment vert qui imprègne les chloroplastes et qui lui aussi est un mélange de plusieurs pigments.

La métachromatine, suivant mes constatations, se précipite sous l'action des principaux réactifs employés en histologie en corpuscules métachroma-

---

([1]) P.-A. Dangeard, *Sur la nature du chondriome dans la cellule* (*Comptes rendus*, t. 166, 1918, p. 439).

tiques de diverses formes et de grosseur très variable : parfois, il se produit un grand nombre de petits grains chromatiques appliqués à la surface interne du cytoplasme qui entoure les vacuoles. Ces constatations ont une grande portée, car il n'est pas douteux que les histologistes ont dû souvent prendre ces grains pour des éléments du cytoplasme : moi-même, dûment averti cependant, j'ai parfois éprouvé de sérieuses difficultés après l'emploi des méthodes dites *mitochondriales*, surtout avec l'hématoxyline ferrique, à rattacher ces grains au vacuome.

Du plastidome et du sphérome, je ne dirai rien ici, ayant bien précisé dans des Notes récentes leurs caractères ([1]). Il me suffira simplement d'insister sur ce fait que l'existence du sphérome ne saurait être contestée puisqu'il est facile, ainsi que je l'ai indiqué, de voir directement les microsomes dans la cellule vivante.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la division des *Applications de la Science à l'Industrie*.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 58,

M. Maxime Laubeuf	obtient. . . .	38 suffrages
M. Charles Rabut	»	18 »
M. Léon Guillet	»	1 suffrage
M. Maurice Prud'homme	»	1 »

M. **Maxime Laubeuf**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

Sir **Joseph Larmor**, élu Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse des remercîments à l'Académie.

([1]) P.-A. Dangeard, *Plastidome, vacuome et sphérome dans* Selaginella Kraussiana (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 301).

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Catalogue des mouvements propres de 5671 étoiles, par M. Joseph Bossert, Ouvrage posthume publié par L. Schulhof, suivi de deux Notes de L. Schulhof.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de Cauchy*. Note (1) de M. **N.-E. Nörlund**.

1. Soit $f(x)$ une fonction, positive à partir d'une certaine valeur de x, continuellement décroissante et tendant vers zéro quand x augmente indéfiniment. On sait que Maclaurin et Cauchy ont démontré que la série

$$\sum_{s=1}^{\infty} f(s)$$

sera convergente ou divergente suivant que l'intégrale

$$\int_1^{\infty} f(x)\,dx$$

aura ou non un sens. MM. Bromwich et Hardy (2) ont fait remarquer que ce théorème reste vrai dans certains cas où la fonction $f(x)$ n'est pas décroissante. Je vais démontrer que les résultats de ces auteurs peuvent s'étendre à certaines séries multiples. M. E. Picard (3) a étendu le théorème de Cauchy à des séries multiples, mais il s'agit ici d'étendre le théorème dans une autre direction.

Soient $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n$ des nombres positifs. Posons

$$\Omega = s_1\omega_1 + s_2\omega_2 + \ldots + s_n\omega_n$$

et considérons la série à n entrées

$$\sum f(x+\Omega), \tag{1}$$

la sommation étant étendue à toutes les valeurs entières non négatives de $s_1, s_2, \ldots, s_n$. Supposons que :

---

(1) Séance du 15 mars 1920.

(2) *Proc. London math. Soc.*, 2e série, t. 6, 1908, p. 327-338; t. 9, 1911, p. 126-144.

(3) *Traité d'Analyse*, t. 1, 2e édition, p. 288-304. Paris, 1901.

1° La fonction $f(x)$ admette, pour $x \geqq a$, une dérivée continue d'un certain ordre, soit d'ordre m, tel que

$$\lim_{x=\infty} x^{n+\varepsilon} f^{(m)}(x) = 0, \tag{2}$$

ε étant un nombre positif;

2° L'intégrale

$$\int_0^\infty dt_n \ldots \int_0^\infty dt_2 \int_0^\infty f(a + t_1 + t_2 + \ldots + t_n)\,dt_1$$

soit convergente. *Dans ces conditions, la série* (1) *sera uniformément convergente dans l'intervalle* $x \geqq a$. *La série n fois itérée*

$$\sum_{s_n=0}^{\infty} \cdots \sum_{s_2=0}^{\infty} \sum_{s_1=0}^{\infty} f(x+\Omega) \tag{3}$$

convergera aussi et elle aura la même somme que la série (1). En effet, soit $B_\nu^{(n)}(x)$ le polynome de Bernoulli (*Comptes rendus*, t. 169, p. 521-524 et p. 608-610), d'ordre n et du degré ν, soit $\dot{B}_\nu^{(n)}(x)$ une fonction définie par les deux conditions suivantes :

$$\mathop{\Delta^n}_{\omega_1\ldots\omega_n} \dot{B}_\nu^{(n)}(x) = 0,$$

$$\dot{B}^{(n)}(x) = B_\nu^{(n)}(x), \qquad \text{si} \qquad 0 \leqq x < \omega_1 + \omega_2 + \ldots + \omega_n.$$

On a la relation suivante :

$$\begin{aligned}
&\sum_{s_n=0}^{p_n-1} \cdots \sum_{s_2=0}^{p_2-1} \sum_{s_1=0}^{p_1-1} f(x+\Omega) \\
&= \sum_{\nu=0}^{n-1} \frac{B_\nu^{(n)}(0)}{\nu!} \int_0^{p_n} dt_n \ldots \int_0^{p_2} dt_2 \int_0^{p_1} f^{(\nu)}(x + \omega_1 t_1 + \omega_2 t_2 + \ldots + \omega_n t_n)\,dt_1 \\
&\quad + p_1 p_2 \ldots p_n \sum_{\nu=0}^{m-1} \frac{B_{\nu+n}^{(n)}(0)}{(\nu+n)!} \mathop{\Delta^n}_{p_1\omega_1,\ldots p_n\omega_n} f^{(\nu)}(x) \\
&\quad + p_1 p_2 \ldots p_n \int_0^\infty \frac{\dot{B}_{m+n-1}^{(n)}(-t)}{(m+n-1)!} \mathop{\Delta^n}_{p_1\omega_1\ldots p_n\omega_n} f^{(m)}(x+t)\,dt,
\end{aligned}$$

$p_1, p_2, \ldots, p_n$ étant des entiers positifs quelconques. Faisons tendre les p_i vers l'infini. On démontre sans peine que le second membre tendra uniformément vers une limite et l'on arrive ainsi au théorème énoncé. Soit en particulier

$$f(x) = \frac{\sin(x^\alpha)}{x^\beta} \qquad (0 \leqq \alpha < 1).$$

On voit que les séries (1) et (3) convergeront, si $\varkappa(\beta) > n(1-\alpha)$, et divergeront si $\varkappa(\beta) \leqq n(1-\alpha)$. Si la fonction $f(x)$ est positive à partir d'une certaine valeur de x et satisfait toujours à la condition 1°, le théorème s'énonce comme il suit : Pour que la série (1) converge, il faut et il suffit que l'intégrale

$$\int_x^\infty z^{n-1} f(z)\, dz$$

ait un sens.

Supposons, par exemple, que

$$f(x) = \frac{1}{x^\beta\left[1 + x^\alpha(\sin\pi\sqrt{x})^2\right]}, \qquad \text{où} \qquad \frac{1}{2} > \alpha > 0, \quad \beta > 0.$$

Pour les valeurs positives et très grandes de x, cette fonction est en général du même ordre de grandeur que $x^{-\beta-\alpha}$; mais, si x est le carré d'un entier, $f(x)$ est égale à $x^{-\beta}$. Du théorème que nous venons d'énoncer, il résulte que la série (1) sera convergente, si $\beta > n - \frac{\alpha}{2}$, et divergente, si $\beta \leqq n - \frac{\alpha}{2}$.

2. Voici un autre théorème de Cauchy que M. Borel a étendu un peu en lui donnant la forme suivante : Les séries

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \sum_{n=1}^{\infty} a^n f(a^n) \qquad (a > 1)$$

sont en même temps convergentes ou divergentes si $f(x)$ est positive, décroissante et tendant vers zéro quand x augmente indéfiniment. A l'aide de ce qui précède, on démontre ce théorème plus général. *Les séries*

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n), \quad \sum_{n=1}^{\infty} f[\psi(n)]\,\psi'(n)$$

sont en même temps convergentes ou divergentes dans les conditions suivantes.

La fonction $f(x)$ tend vers zéro quand x tend vers l'infini et elle admet, pour $x \geqq 1$, une dérivée continue d'ordre m telle que l'intégrale

$$\int_1^\infty |f^{(m)}(z)|\, dz$$

a un sens. La fonction $\psi(x)$ tend vers l'infini avec x et elle admet pour $x \geqq 1$

une dérivée continue d'ordre $m+1$ qui, à partir d'une certaine valeur de x, ne change pas de signe quand x augmente. On suppose en outre que la dérivée $\psi'(x)$ tende vers une limite quand x augmente indéfiniment. Il suffit, en effet, de comparer les deux séries avec les intégrales correspondantes.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Du rendement dans le sciage à main des métaux.* Note de M. **Ch. Fremont**, présentée par M. L. Lecornu.

Dans le sciage des métaux, les diagrammes obtenus à l'aide de l'enregistreur Marey (*fig.* 1 à 4) montrent que l'effort nécessaire de poussée est

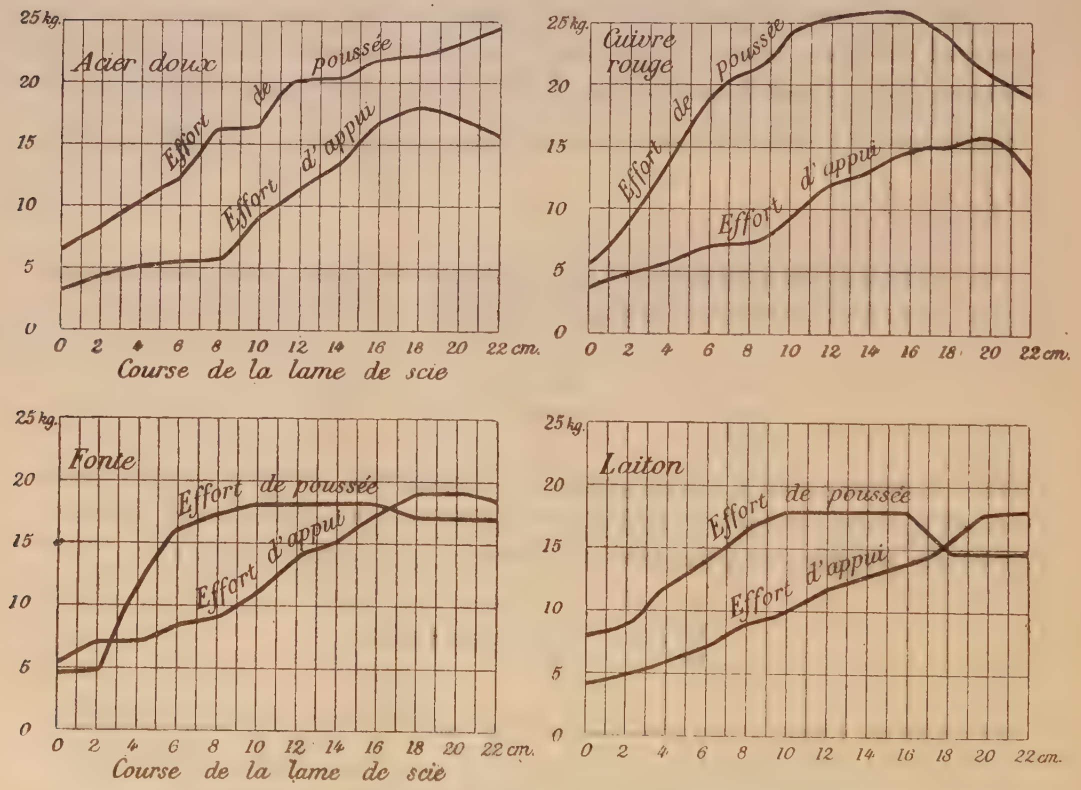


Fig. 1 à 4. — Diagrammes des efforts développés dans le sciage à la main de quatre métaux différents. En abscisses, la course de la scie; en ordonnées, les efforts correspondants.

irrégulier, parce que, à l'effort normal, s'ajoute un effort parasitaire de frottement pouvant aller jusqu'au coincement de la lame; puis, lorsque le coincement de la lame cesse, la scie brusquement est projetée en avant.

Ces perturbations causent à l'ouvrier une fatigue supplémentaire sans résultat utile.

Pour atténuer le frottement, les praticiens augmentent la voie de la scie, mais c'est un procédé à résultat illusoire parce que le coincement persiste et qu'il faut enlever une plus grande quantité de métal, d'où dépense inutile de travail et déchet plus grand.

Ces coincements brusques sont aussi la cause fréquente de rupture de lames.

L'irrégularité dans la direction imprimée à la lame a en outre le grave inconvénient de produire des sciages défectueux avec surfaces irrégulières.

Il y a donc un grand intérêt économique à guider la lame de scie; aussi depuis longtemps des appareils pour scier les métaux à la main ont été proposés; si ces appareils n'ont pas eu plus de succès, c'est probablement parce que leurs organes avaient trop de frottement.

Dans cet ordre d'idées j'ai construit un support pendulaire (*fig.* 5), qui

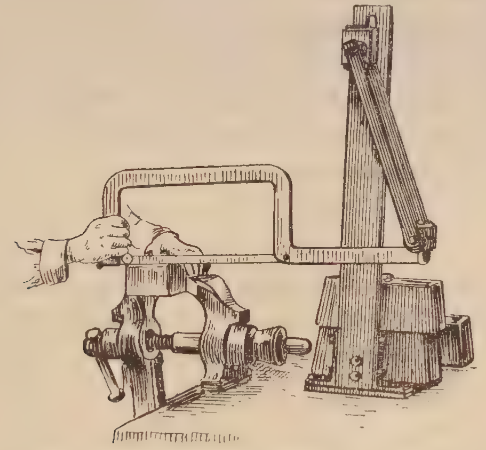


Fig. 5. — Support-guide de scie à métaux.

permet une plus grande course de la lame que celle que fournit habituellement l'ouvrier appuyant d'une main sur chaque extrémité du porte-scie; il y a ainsi moins de temps perdu parce que l'on emploie de plus longues lames.

La lame se trouvant guidée ne coince plus et se rompt moins fréquemment; elle peut être un peu plus mince, d'où moins de travail et moins de déchet pour une coupe donnée.

Les surfaces sciées sont plus régulières, bien planes et bien dans la direction voulue, même dans des coupes biaises.

Des expériences pratiques, effectuées par le service de la voie du Chemin de fer de l'Est ont montré que la moyenne des résultats de sciage de rails de 46^{kg} le mètre, avec une section droite de 59^{cm^2}, était, avec cette petite machine, de 31 minutes, alors que le sciage habituel à la main exigeait 46 minutes; c'est donc environ un tiers d'économie sur la main-d'œuvre.

J'ai de plus constaté que, pour scier une barre d'acier à section rectangulaire, il faut moins de temps quand on l'attaque par le petit côté que lorsqu'on la scie par le grand côté du rectangle.

Des expériences diverses m'ont montré que le rendement, dans le sciage des métaux, diminue proportionnellement au fur et à mesure qu'augmente la longueur du trait de scie. Ainsi le même ouvrier qui scie, dans l'acier de rail, une surface de $3^{cm^2},40$ à la minute, quand le trait de scie a 1^{cm} de longueur, ne scie plus que $1^{cm^2},25$ à la minute quand la longueur du trait de scie atteint 10^{cm}.

Entre ces deux limites la production du sciage à la main, toutes autres choses égales, diminue régulièrement de $0^{cm^2},25$ par centimètre d'augmentation de longueur du trait de scie.

Donc dans le sciage des métaux, comme je l'ai autrefois constaté dans le limage, l'ouvrier produit d'autant plus qu'il attaque à la fois une surface moindre de métal, cette surface, dans le sciage, étant le produit de la largeur du trait de scie par sa longueur.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étalonnage en calories de deux actinomètres adaptés aux études d'héliothérapie et de climatologie agricole.* Note de M. J. **Vallot**, présentée par M. Deslandres.

La mesure de la chaleur solaire n'a guère été considérée jusqu'ici qu'au point de vue de la physique pure, et principalement de la détermination de la constante solaire. Un certain nombre de pyrhéliomètres ou d'actinomètres ont été construits dans le but de mesurer la radiation solaire, soigneusement isolée de la radiation de la voûte céleste; mais on s'est peu occupé de satisfaire aux besoins médicaux ou agricoles par la mesure de la radiation *totale*. Les actinomètres construits dans ce but ne donnent que des indications relatives qui n'ont été rattachées jusqu'ici à aucune unité physique absolue.

Si l'on considère que la chaleur fournie par la voûte céleste peut atteindre un tiers de la radiation solaire directe, on se rend compte de l'insuffisance

des actinomètres à radiation solaire pure, et de l'intérêt que présente la radiation totale, au point de vue de l'héliothérapie ou de la climatologie agricole. C'est pour ces raisons que j'ai étudié les instruments existants et que j'ai cherché ceux qui pourraient se prêter à un étalonnage en calories d'une précision suffisante. Deux de ces instruments ont donné des résultats convenant aux buts que je me proposais.

1° *Actinomètre à mesure immédiate.* — L'actinomètre dit d'Arago a donné de bons résultats pour ce genre de travail, réclamé par les médecins pour les besoins de l'héliothérapie. Cet instrument se compose de deux thermomètres dans le vide, dont l'un est à boule brillante et l'autre à boule noircie. La radiation se conclut de la différence entre ces deux thermomètres.

La radiation devant traverser une chemise de verre mince, il fallait se rendre compte de l'absorption produite par l'enveloppe. Celle-ci, mesurée avec soin sur des moitiés d'enveloppes fournies obligeamment par M. Tonnelot, s'est montrée égale à 0,037 de la radiation incidente, et sans variation sensible du matin au soir. Cette absorption constitue donc un facteur minime et constant.

Pour comparer l'actinomètre à un pyrhéliomètre, il fallait en limiter la sensibilité à la radiation solaire seule. Pour cela, les boules étaient enfermées dans un appareil formé d'une boîte n'admettant que cette radiation par deux ouvertures de la grandeur voulue. Un écran percé d'ouvertures semblables était fixé à la partie antérieure de la boîte pour la protéger de la radiation solaire. Un système approprié permettait de maintenir constamment l'instrument dans la direction du Soleil.

Les déterminations comparatives de chaleur étaient faites à l'aide d'un pyrhéliomètre ou actinomètre de Michelson dont chaque détermination ne dure qu'une ou deux minutes. Des séries de déterminations ont été faites à Nice, à Chamonix et à mon observatoire du Mont Blanc. Les résultats ont été les suivants :

Il suffit de multiplier la différence entre les deux thermomètres par un coefficient pour avoir la radiation en calories. Chaque instrument a son coefficient individuel. Ce coefficient n'échappe pas entièrement à l'influence de la température ambiante. Il varie légèrement avec l'heure de la journée, ainsi qu'avec la saison. L'emploi d'un coefficient moyen donnerait à certaines heures et dans certaines saisons une erreur atteignant $0^{cal},10$, mais la variation diurne et saisonnière peut être déterminée avec assez d'exactitude pour qu'on puisse construire une Table convenant aux diverses heures et

époques. L'erreur à craindre résiduelle, provenant de circonstances fortuites, ne dépasse pas alors $0^{cal},05$, ce qui est plus que suffisant dans la pratique.

La Table des coefficients une fois établie, on n'a plus qu'à retirer l'actinomètre de la boîte et à l'exposer à l'air libre pour qu'il indique la radiation totale à tout instant d'observation. Cet instrument est parfaitement adapté à la technique de l'héliothérapie.

2° *Actinomètre totalisateur.* — L'instrument précédent est insuffisant pour les besoins de la climatologie agricole, pour laquelle on doit préférer un actinomètre n'exigeant pas des séries d'observations continues. Avec un actinomètre d'Arago bien étalonné, il devient facile d'étudier et d'étalonner un actinomètre totalisateur répondant à ces besoins.

L'actinomètre à boule bleue de Bellani a donné par ce moyen tous les résultats désirables. Il se compose d'une boule de verre coloré contenant de l'alcool et protégée par une enveloppe de verre vide d'air. Sous l'action de la radiation, l'alcool se distille et se condense dans un tube gradué inférieur, soudé à la boule.

L'actinomètre totalisateur se place, pour l'étalonnage, à côté d'un actinomètre d'Arago, les deux instruments étant exposés à la radiation totale. Une série d'observations est faite, et sert à établir la courbe d'étalonnage pour les diverses parties du tube de condensation. L'instrument, une fois étalonné, se suffit à lui-même.

Une étude approfondie a fait ressortir les points suivants : La quantité d'alcool distillé diminuant à mesure que la boule se vide, une courbe d'étalonnage doit être établie, par comparaison avec un Arago ou avec un totalisateur déjà étalonné. Chaque instrument a sa courbe particulière dépendant de la teinte de la boule et de la quantité d'alcool; une fois établie, elle ne change jamais. La température de l'air n'a aucune influence sur la distillation de l'instrument. Des comparaisons faites au sommet du Mont Blanc en 1887 et à Nice, en diverses saisons, trente ans plus tard, m'ont donné des étalonnages identiques.

Deux lectures par jour, l'une à midi, l'autre le soir, suffisent pour connaître la quantité totale de calories fournie dans la journée par le Soleil et la voûte céleste; l'instrument est donc parfaitement adapté aux études agricoles. La précision obtenue est analogue à celle que fournit l'actinomètre d'Arago.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le quatrième trimestre de* 1919. Note de M. J. GUILLAUME, présentée par M. B. Baillaud.

Les observations dans ce trimestre (¹) se répartissent sur 66 jours, et les principaux faits qu'on en déduit se résument ainsi :

Taches. — Au total les taches ont diminué d'environ un tiers en nombre et d'un peu moins de moitié en surface : on a, effectivement, enregistré 50 groupes et une aire tachée de 3951 millionièmes, au lieu de 80 groupes et 7095 millionièmes précédemment (²). Cette diminution a été particulièrement accentuée en décembre, et il faut remonter à l'année 1915 pour trouver des nombres comparables.

Une seule tache, nucléaire, a atteint la limite de visibilité à l'œil nu, c'est :

Octobre 11,8 à + 2° de latitude.

Dans leur répartition par hémisphère, on a noté 32 groupes en moins au Sud (24 au lieu de 56) et 2 groupes au plus au Nord (26 au lieu de 24).

La latitude moyenne de l'ensemble s'est relevé au Sud avec — 13°,5 au lieu de — 11°,3 et reste sensiblement stationnaire au Nord avec + 10°,3 au lieu de + 10°,4.

Régions d'activité. — Les facules ont diminué, au total, dans des proportions semblables à celles des taches : on a, en effet, noté 93 groupes avec une surface totale de 93,9 millièmes, au lieu de 138 groupes et 144,4 millièmes.

Les changements survenus dans leur répartition se traduisent par 31 groupes au moins au sud de l'équateur (50 au lieu de 81) et 14 groupes, en moins également, au nord (43 au lieu de 57).

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre 1919. — 0,00.			
26-6	6	2,0	—9		266
2-8	4	3,0	—16		141
2	1	3,9	—15		25
10-11	2	7,2	—9		129
10-11	2	9,5	—16		6
10-15	5	9,6		+8	109
6-18	10	11,8		+2	289
8-17	8	12,7	—15		156
8-14	5	13,1	—5		37
		Octobre (suite).			
8-17	8	13,7		+10	54
10-18	3	14,2		+11	21
15-20	6	19,0	—16		57
18-19	2	19,8	—16		19
20-29	5	26,4	—11		111
25-29	4	26,5		+12	39
25-6	7	30,4	—15		109
27-4	5	31,7	—21		36
	18 j.		—13°,7	+8°,6	

(¹) M. Grouiller et Mlle Gauthier ont participé à ces observations.

(²) Voir *Comptes rendus*, t. 170, 1919, p. 583.

TABLEAU I (suite). — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'obser-vations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Novembre. — 0,00.			
27- 7	7	1,7		+13	647
3-10	7	5,2	—15		273
13	1	7,5		+ 9	48
3-13	10	8,1		+ 3	172
8-15	8	10,1		+ 5	90
7-13	6	12,3		+11	14
16	1	18,2		+ 4	10
21-25	4	21,8		+13	16
19-27	7	21,9	—20		39
22- 4	13	28,4		+14	378
27- 5	9	30,0		+14	34
	25 j.		—17°,5	+ 9°,6	
		Décembre. — 0,00.			
26- 7	11	2,7	—15		90
4	1	3,6		+ 9	2
29- 5	7	5,3		+ 3	35
30-11	11	5,9	—18		105
2-5	4	6,6	— 9		18

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'obser-vations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Décembre (suite).			
8-10	3	6,7	— 5		10
8-11	4	7,1	—13		8
10-13	4	10,0	—12		9
8-13	6	13,4		+ 8	9
12-13	2	14,2		+30,5	16
8-19	9	14,5		+ 6	59
10-19	7	15,2		+ 5	156
19	1	18,1		+ 4	3
13-23	6	18,6	—16		24
18-19	2	19,1		+17	5
22-23	2	21,8		+ 6	16
20-30		25,0		+17	10
29	1	26,5	— 8		3
29	1	26,3		+24	2
22-31	8	26,6	—11		32
22-23	2	27,0	—17		8
26	1	29,0		+10	6
	23 j.		—12°,4	+11°,6	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1919.	Sud. 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre.....	»	»	1	8	3	12	5	3	2	»	»	»	17	1604
Novembre...	»	»	»	2	»	2	9	4	5	»	»	»	11	1721
Décembre...	»	»	»	7	3	10	12	8	2	1	1	»	22	626
Totaux ...	»	»	1	17	6	24	26	15	9	1	1	»	50	3951

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1919.	Sud. 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre.....	»	»	3	10	8	21	10	3	5	2	»	»	31	30,5
Novembre...	»	»	3	7	5	15	12	6	6	»	»	»	27	31,6
Décembre...	»	1	3	9	1	14	21	10	9	2	»	»	35	31,8
Totaux....	»	1	9	26	14	50	43	19	20	4	»	»	93	93.9

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Sur les bandes* K *d'absorption des terres rares pour les rayons X.* Note de M. **M. de Broglie**, présentée par M. E. Bouty.

Les spectres de rayons X des terres rares ont achevé d'en préciser la classification en fixant le rang de chacune d'elles dans la série des éléments; Siegbahn, en particulier, a mesuré les principales raies L des éléments de 57 (lanthane) à 71 (lutécium), à l'exception des éléments inconnus 61 et 72 et du thulium (69); l'élément 72 est probablement le celtium, mais n'a pu encore être révélé.

Pour les raies de la série K, les mesures de l'Institut de Lund n'indiquent que le lanthane, le cérium, le praséodyme et le néodyme. Dans son travail de 1919 [1] sur les bandes K d'absorption, Siegbahn a étudié les éléments de 57 à 67 (holmium); les bandes des corps simples compris entre l'holmium et le platine n'ayant pu être obtenues à cause de la proximité des raies d'émission du tube employé (tungstène).

Ayant à ma disposition quelques échantillons, très obligeamment prêtés par M. Urbain, j'ai pu obtenir les bandes K des éléments 69, 70 et 71. Avec une dispersion suffisante on voit très nettement, par exemple, la bande du lutécium se placer entre les deux groupes K_α et K_β du tungstène. Je ne me suis pas proposé de faire des mesures très précises, mais de reconnaître sans ambiguïté les bandes et de les suivre d'un élément à l'autre. On trouve ainsi :

La bande K du thulium, $N = 69$, à $\lambda = 0,208 . 10^{-8}$ cm; du néo-ytterbium, $N = 70$, à $\lambda = 0,2015 . 10^{-8}$ cm; du lutécium $N = 71$, à $\lambda = 0,195 . 10^{-8}$ cm.

La préparation de thulium, qui contenait du néo-ytterbium, montrait tout à fait nettement la présence simultanée des deux éléments.

ÉLECTRICITÉ. — *Résonance électrique dans un circuit dont la self-induction contient du fer.* Note [2] de M. **P. Boucherot**, présentée par M. Paul Janet.

Le calcul du courant produit par une force électromotrice alternative agissant dans un circuit contenant une capacité et une self-induction à

---

[1] Siegbahn et Jönsson, *Physikalische Zeitschrift*, 1919, p. 251.

[2] Séance du 8 mars 1920.

noyau de fer est très pénible, à cause de la fonction compliquée qui peut représenter le flux à partir du courant dans cette self-induction.

On peut cependant tenter de l'obtenir avec une approximation industrielle suffisante en remplaçant la courbe de ce flux par deux droites obliques.

Les choses se présentent généralement sous l'aspect de la figure 1, où I est la courbe du flux dans le fer, II celle du flux dans l'air et III celle du flux total, en sorte qu'on ne fait pas une grande erreur en admettant une droite

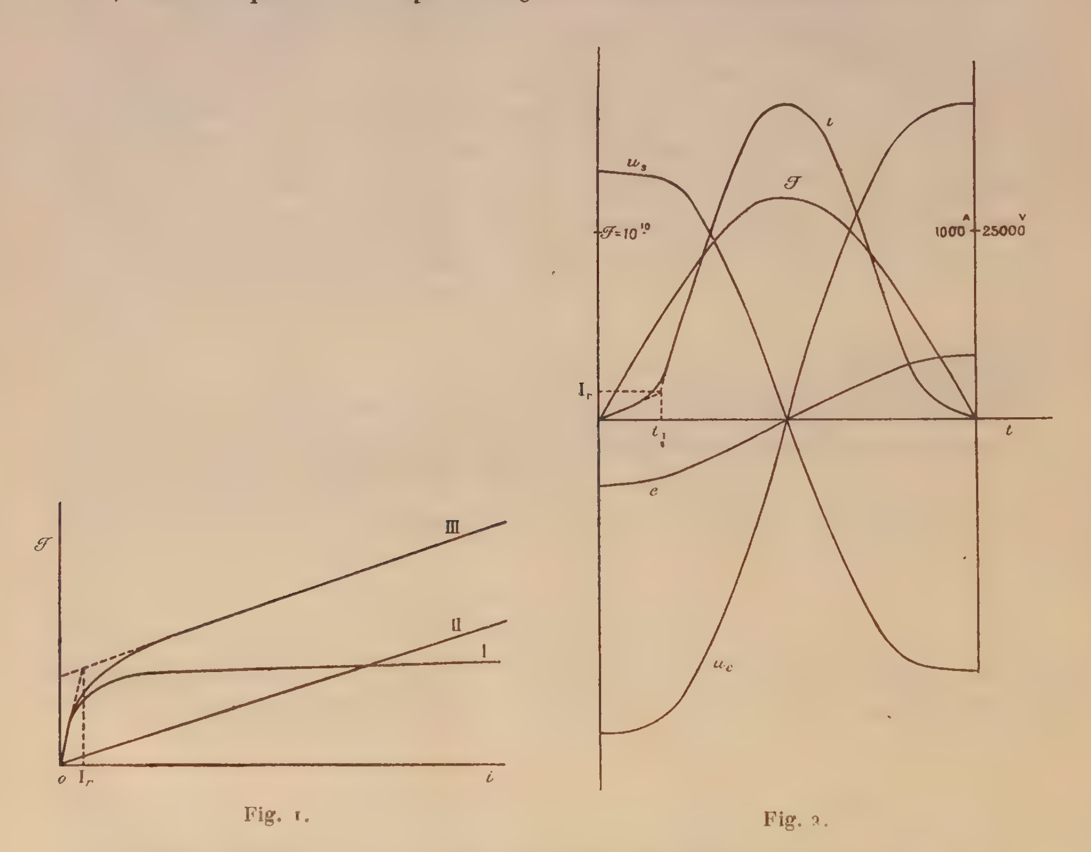


Fig. 1.

Fig. 2.

pour la seconde partie du flux total comme pour la première partie. Le flux total peut se mettre sous la forme

$$\mathcal{F} = \eta k i + \eta'(k_0 + k' i),$$

étant entendu que

$\eta = 1$ et $\eta' = 0$, tant que i est inférieur à une valeur I_r,

$\eta = 0$ et $\eta' = 1$, quand i est plus grand que I_r.

En faisant ainsi, on trouvera évidemment une courbe de i ayant des points anguleux qu'on pourra remplacer par des arrondis.

On a ainsi

$$\frac{d\mathfrak{F}}{dt} = \frac{d\mathfrak{F}}{di}\frac{di}{dt} = (\eta k + \eta' k')\frac{di}{dt}.$$

En négligeant la résistance, si $\sqrt{2}\,\mathrm{U}\cos\omega t$ est la force électromotrice d'alimentation, on a

$$(\eta k + \eta' k')\frac{di}{dt} + \frac{1}{\mathrm{C}}\int i\,dt = \sqrt{2}\,\mathrm{U}\cos\omega t.$$

Si l'on s'en tient au régime établi, la solution est

$$i = \mathrm{A}\sin\alpha t + \mathrm{B}\cos\alpha t + \mathrm{F}\sin\omega t + \mathrm{H}\cos\omega t,$$

dans laquelle α est une pulsation propre.

L'identification donne

$$\alpha^2(\eta k + \eta' k')\mathrm{C} = 1,$$

$$\mathrm{F} = \frac{\sqrt{2}\,\mathrm{U}}{\omega(\eta k + \eta' k') - \frac{1}{\omega \mathrm{C}}}, \qquad \mathrm{H} = 0.$$

Passons aux valeurs particulières.

Première partie. — $i = 0$ pour $t = 0$, d'où $\mathrm{B} = 0$,

$$i = \mathrm{A}\sin\alpha t + \mathrm{F}\sin\omega t$$

avec

$$\alpha^2 = \frac{1}{\mathrm{LC}}, \qquad \mathrm{F} = \frac{\sqrt{2}\,\mathrm{U}}{\mathrm{S}}, \qquad \mathrm{S} = \omega\mathrm{L} - \frac{1}{\omega\mathrm{C}};$$

t_1 étant l'époque à laquelle i devient égal à I_r,

$$\mathrm{A}\sin\alpha t_1 + \mathrm{F}\sin\omega t_1 = \mathrm{I}_r.$$

Deuxième partie :

$$i = \mathrm{A}'\sin\alpha' t + \mathrm{B}'\cos\alpha' t + \mathrm{F}'\sin\omega t$$

avec

$$\alpha'^2 = \frac{1}{\mathrm{L}'\mathrm{C}}, \qquad \mathrm{F}' = \frac{\sqrt{2}\,\mathrm{U}}{\mathrm{S}'}, \qquad \mathrm{S}' = \omega\mathrm{L}' - \frac{1}{\omega\mathrm{C}}.$$

A l'époque t_1, le courant repart de la valeur I_r,

$$\mathrm{I}_r = \mathrm{A}'\sin\alpha' t_1 + \mathrm{B}'\cos\alpha' t_1 + \mathrm{F}'\sin\omega t_1.$$

Et à la fin du quart de période, la tangente à i doit être horizontale, d'où

$$\alpha'\mathrm{A}'\cos\frac{\alpha'}{\omega}\frac{\pi}{2} - \alpha'\mathrm{B}'\sin\frac{\alpha'}{\omega}\frac{\pi}{2} = 0,$$

ce qui donne

$$i = \frac{I_r - F' \sin \omega t_1}{\cos \alpha' \left(\frac{T}{4} - t_1\right)} \cos \alpha' \left(\frac{T}{4} - t\right) + F' \sin \omega t.$$

Au point anguleux de i ($i = I_r$, $t = t_1$), il y a deux tangentes dont les coefficients angulaires sont dans le rapport $\frac{k'}{k}$ ou $\frac{L'}{L}$: cela fournit une équation qui, combinée avec les précédentes, donne

$$\sqrt{2}\,U \left\{ \left[\frac{k\alpha}{S} \frac{1}{\operatorname{tang} \alpha t_1} - \frac{k'\alpha'}{S'} \operatorname{tang} \alpha' \left(\frac{T}{4} - t_1\right) \right] \sin \omega t_1 - \omega \left(\frac{k}{S} - \frac{k'}{S'} \right) \cos \omega t_1 \right\}$$
$$= I_r \left[\frac{k\alpha}{\operatorname{tang} \alpha t_1} - k'\alpha' \operatorname{tang} \alpha' \left(\frac{T}{4} - t_1\right) \right].$$

On obtient t_1 par tâtonnements.

La figure 2 représente les diverses grandeurs en jeu pendant une demi-période pour une application numérique à la recherche de la surtension résultant de la mise à la terre d'un conducteur d'un câble de 20^{km} de longueur dans une distribution pour laquelle

$$\sqrt{2}\,U = 8600 \text{ volts}, \quad C = 100 \text{ microfarads}, \quad L = 0,352 \text{ henrys},$$
$$L' = 0,0428 \text{ henrys}. \quad \omega = 314.$$

Le point anguleux de l'intensité ($i = 150$ A) est à 30° de l'origine $\left(\omega t_1 = \frac{\pi}{6}\right)$. Le courant atteint 1700 A et le flux 12000.10^6. Les tensions u_S et u_C, respectivement entre les deux bouts du câble et entre bornes de la capacité C, constituée ici par tous les autres câbles de l'installation, atteignent 33000 et 42000 volts. Et, en réalité, la longueur du câble n'est pas même moitié de celle qui donne la pleine résonance.

Ce qui caractérise en effet la présence du fer, c'est que la résonance commence à s'amorcer pour $\omega^2 LC = 1$ (ici 6^{km} de câble), tout en ne devenant parfaite que pour $\omega^2 L'C = 1$ (ici 47^{km} de câble).

La résonance ordinaire est loin d'avoir un *domaine dangereux* aussi étendu.

PHYSIQUE. — *Sur un néphélémètre.* Note de MM. **Charles Chéneveau** et **René Audubert**, présentée par M. Paul Janet.

On donne le nom de *néphélémètres* (de *néphos*, nuage) à des appareils destinés à déterminer la concentration de milieux troubles. Divers expéri-

mentateurs, en particulier MM. Richards et Wilson [1], ont pensé déterminer la différence des concentrations de deux émulsions de même nature en comparant les intensités de la lumière diffusée par elles, d'après la formule de Lord Rayleigh. Or cette relation, généralisée par M. Boutaric [2], peut s'écrire

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\frac{A}{\lambda^n}},$$

et nous avons montré [3] que, pour des émulsions hétérogènes, l'exposant n variait avec la concentration. Le mode opératoire précédent n'est donc pas correct, sauf pour des milieux à très petites particules où n est voisin de 4.

D'autre part, ayant trouvé qu'il y avait entre le rapport $\frac{I}{I_0}$, de l'intensité de la lumière transmise par un milieu trouble à l'intensité de la lumière incidente, et la masse totale M des particules en suspension dans ce milieu, la relation [4]

$$(1) \qquad \frac{I}{I_0} = 1 - e^{-\frac{B}{M^\beta}},$$

nous avons indiqué comment on pouvait, pour une lumière de longueur d'onde définie, déduire de la courbe représentant la fonction $\frac{I}{I_0} = f(M)$, la valeur de M lorsqu'on avait déterminé le rapport $\frac{I}{I_0}$.

Presqu'en même temps, MM. Vlès, de Watteville et Lambert [5] ont décrit un opacimètre permettant de doser des émulsions microbiennes, d'après une courbe d'étalonnage.

Nous avons réalisé un néphélémètre très simple, par application de la formule (1), en compensant l'absorption du milieu trouble par l'absorption d'un prisme d'angle très faible, en verre à teinte neutre. Il est facile de montrer que si x est le déplacement du prisme correspondant à la compensation par une certaine épaisseur moyenne y du verre, *le déplacement x est une fonction linéaire de la masse* M.

En effet, si K est le coefficient d'absorption du verre, lorsque les deux

(1) *Amer. Chem. Journ.*, Vol. 31, 1904, p. 235.
(2) *Thèse de Doctorat,* 1918.
(3) *Comptes rendus,* t. 168, 1919, p. 686.
(4) *Comptes rendus,* t. 168, 1919, p. 767.
(5) *Comptes rendus,* t. 168, 1919, p. 797.

faisceaux transmis ont une égale intensité I, on a

$$\frac{I}{I_0} = 1 - e^{-\frac{B}{M^\beta}} = e^{-Ky} = e^{-Kax},$$

puisque x et y sont proportionnels. En développant les exponentielles en séries et en s'arrêtant au second terme,

$$\frac{B}{M^\beta} = 1 - Kax;$$

d'où

$$M = B^{\frac{1}{\beta}}(1 - Kax)^{-\frac{1}{\beta}},$$

ou, eu égard à la précision possible, après un nouveau développement en série,

$$M = B^{\frac{1}{\beta}}\left(1 + \frac{Kax}{\beta}\right),$$

et enfin

$$x = bM - c,$$

b et c étant deux coefficients numériques. L'expérience a d'ailleurs confirmé ce résultat en donnant une ligne droite pour des émulsions de mastic et des suspensions de sulfate de baryte précipité.

Il sera donc facile d'étalonner le néphélémètre à l'aide de deux déterminations seulement, faites avec une émulsion dérivée par dilution connue.

En principe, l'appareil d'essai a été réalisé ainsi : Deux prismes à double réflexion totale, diaphragmés sur des surfaces égales, reçoivent un faisceau de lumière homogène provenant d'une lentille au foyer de laquelle est placée une lampe à incandescence. Devant l'un des prismes se trouve un tube contenant le milieu trouble, devant l'autre prisme est disposé un coin de verre à teinte neutre collé sur un prisme de verre blanc d'angle égal et opposé afin d'annuler la déviation. Les deux prismes étant accolés, les deux faisceaux lumineux transmis par le milieu trouble et par le verre noir sont juxtaposés dans une lunette dont l'oculaire porte un écran vert sensiblement monochromatique. En déplaçant la lame de verre de façon que son absorption compense celle du milieu trouble, on arrive à l'égalité d'éclairement des plages lumineuses contiguës. Il suffit, à ce moment, de lire le déplacement de la lame. Pour cela, la lame est montée dans un cadre mobile coulissant, à l'aide d'un pignon et d'une crémaillère, dans un cadre fixe. Une graduation se meut avec le cadre mobile et le déplacement est lu sur cette division à l'aide d'un repère porté par le cadre fixe. Connaissant

le déplacement, la droite d'étalonnage donne immédiatement le titre du milieu trouble.

La précision obtenue avec cet appareil est comprise entre 2 et 5 pour 100. Le néphélémètre décrit peut se prêter à de nombreuses applications scientifiques et industrielles : études de la formation des précipités, des vitesses de réaction, dosages de corps par précipitation, titrage d'émulsions microbiennes, colloïdales, essais des plaques photographiques, etc.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la constitution de deux amines cobaltiques.* Note (¹) de M. **Paul Job**, présentée par M. A. Haller.

Werner a attribué aux sels roséo et diroséo cobaltiques les constitutions suivantes :

$$\left[\mathrm{Co}\begin{matrix}(\mathrm{NH^3})^5\\ \mathrm{H^2O}\end{matrix}\right]\mathrm{X^3} \quad \text{et} \quad \left[\mathrm{Co}\begin{matrix}(\mathrm{NH^3})^4\\ \mathrm{H^2O})^2\end{matrix}\right]\mathrm{X^3},$$

où X est un radical monovalent. La présence des molécules d'eau à l'intérieur du radical complexe n'est guère justifiée que par l'obligation, dans le système de Werner, de maintenir la valeur 6 à la « valence de coordination » du cobalt. Werner admet (²) en outre que ces sels subissent en solution aqueuse une hydrolyse représentée, pour les sels de pentamine, par l'équation

$$(1) \qquad \left[\mathrm{Co}\begin{matrix}(\mathrm{NH^3})^5\\ \mathrm{H^2O}\end{matrix}\right]\mathrm{X^3} \rightleftarrows \left[\mathrm{Co}\begin{matrix}(\mathrm{NH^3})^5\\ \mathrm{OH}\end{matrix}\right]\mathrm{X^2} + \mathrm{HX}.$$

L'étude de la précipitation des sulfates de cobaltamine par la baryte m'a permis un contrôle expérimental très net de la valeur de ces hypothèses.

Si l'on suit par la mesure des résistances électriques la précipitation progressive d'une solution d'un sulfate métallique par une solution de baryte, et que l'on représente graphiquement les variations de conductibilité en fonction du volume de baryte ajoutée (méthode de Dutoit), on obtient, en général, deux droites dont le point de rencontre correspond à la précipitation complète de l'acide sulfurique. Dans le cas du sulfate roséo cobaltique

$$[\mathrm{Co}(\mathrm{NH^3})^5]^2(\mathrm{SO^4})^3\,5\,\mathrm{H^2O},$$

au contraire, j'ai obtenu la courbe I, représentée ci-après. Le premier

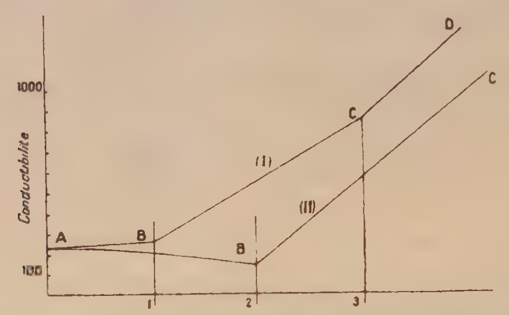
(¹) Séance du 8 mars 1920.

(²) Werner, *Neuere Auschauungen*, etc., 3e édition, p. 232.

point singulier B, nettement marqué, correspond très sensiblement à *la précipitation du tiers seulement de l'acide sulfurique*.

[3g,362 de sulfate roséo ont été dissous dans 1 litre d'eau. Le titrage a été effectué sur 10cm³ de cette solution, soit 0mol,00005 contenant 0,00015 radicaux SO^4. La conductibilité initiale [1] étant 228, le point B correspond à 0cm³,52 d'une solution de baryte contenant 0mol,095 par litre, soit à 0mol,000049 et à une conductibilité de 280. Le point C, mal déterminé, correspond à 1cm³,55 environ de baryte et une conductibilité de 900 [2].]

Cette particularité [3] s'explique aisément en adoptant la formule de



Nombre de molécules de baryte par molécule de sulfate ($3SO^4$).

Werner et en supposant que l'hydrolyse (1) est favorisée par l'action de la baryte. Elle se poursuit jusqu'à substitution complète de l'hydroxyle aux molécules d'eau à l'intérieur du complexe, c'est-à-dire jusqu'à précipitation du tiers de l'acide sulfurique :

$$\left[Co \begin{matrix}(NH^3)^5 \\ H^2O\end{matrix}\right]^2 (SO^4)^3 + Ba(OH)^2 = 2\left[Co \begin{matrix}(NH^3)^5 \\ OH\end{matrix}\right](SO^4)^2 + SO^4Ba + 2H^2O.$$

Le sel hydroxy ainsi formé est une base faible et la conductibilité varie peu. Dans la deuxième phase, l'eau de constitution ayant été entièrement éliminée, les ions hydroxyles nouveaux restent en dehors du complexe et la

(1) Il s'agit ici de conductibilité relative. C'est l'inverse, à un facteur près, de la résistance mesurée.

(2) On peut aussi mesurer les conductibilités des mélanges en proportions variables de deux solutions équimoléculaires de sulfate et de baryte. On obtient un minimum très net de conductibilité pour la précipitation du tiers de l'acide sulfurique.

(3) La soude produit une action analogue à celle de la baryte. La courbe obtenue se compose de deux droites se coupant suivant un angle obtus et dont le point de rencontre mal déterminé correspond à peu près à 2 NaOH pour 1 molécule de sulfate.

conductibilité augmente rapidement (droite BC) :

$$2\left[\mathrm{Co}\begin{matrix}(\mathrm{NH^3})^5\\ \mathrm{OH}\end{matrix}\right](\mathrm{SO^4})^2 + 2\,\mathrm{Ba(OH)^2} = 2\left[\mathrm{Co}\begin{matrix}(\mathrm{NH^3})^5\\ \mathrm{OH}\end{matrix}\right](\mathrm{OH})^2 + 2\,\mathrm{SO^4Ba}.$$

J'ai pu isoler le composé hydroxy produit par l'action de la baryte sur le sulfate roséo molécule à molécule. Il suffit de précipiter par l'alcool avec précaution la solution rouge intense ainsi obtenue, après séparation du sulfate de baryte. La composition du produit cristallin extrêmement soluble dans l'eau, ainsi préparé, correspond très exactement à la formule

$$\left[\mathrm{Co}\begin{matrix}(\mathrm{NH^3})^5\\ \mathrm{OH}\end{matrix}\right]\mathrm{SO^4\,2H^2O}$$

Il n'avait pas, à ma connaissance, encore été signalé (¹). On peut titrer cette substance en solution au moyen d'acide sulfurique par la méthode de Dutoit. La courbe, selon nos prévisions, est caractéristique d'une base faible.

J'ai appliqué la même méthode à l'étude de la précipitation du sulfate diroséo

$$\left[\mathrm{Co}\begin{matrix}(\mathrm{NH^3})^4\\ (\mathrm{H^2O})^2\end{matrix}\right]^2(\mathrm{SO^4})^3$$

par la baryte. Les considérations qui précèdent nous montrent que la réaction doit se produire en deux phases :

1° Élimination des deux molécules d'eau du complexe, *précipitation des deux tiers de l'acide sulfurique* (²), faible variation de conductibilité;

2° Précipitation de l'acide sulfurique restant, augmentation rapide de la conductibilité.

L'expérience a vérifié ces conclusions (courbe II) (³)

[La précipitation a porté sur $20^{\mathrm{cm^3}}$ d'une solution contenant $0^{\mathrm{mol}},00325$ par litre, soit sur $0^{\mathrm{mol}},000065$ de sulfate. Le point B′ correspond à $1^{\mathrm{cm^3}},1$ d'une solution de baryte à $0^{\mathrm{mol}},119$ par litre, soit à $0^{\mathrm{mol}},000131$. A partir du point B′, il y a précipitation d'hydroxyde de cobalt.]

En résumé, la précipitation par la baryte des sulfates roséo et diroséo

---

(¹) Werner a décrit (*Ber.*, t. 40, 1907, p. 4098) des corps analogues où $\mathrm{SO^4}$ est remplacé par $\mathrm{Cl^2}$, $\mathrm{Br^2}$, $\mathrm{I^2}$, $(\mathrm{NO^3})^2$, $\mathrm{S^2O^6}$.

(²) Cette première phase peut elle-même se produire en deux temps correspondant à l'élimination successive des deux molécules d'eau de l'ion complexe.

(³) On obtient des résultats tout aussi nets en mesurant la conductibilité des mélanges en proportion variable de solutions équimoléculaires de sulfate et de baryte.

cobaltiques se produit en deux temps, et la conductibilité des mélanges de solutions de ces sulfates et de baryte présente un minimum correspondant à la précipitation du tiers de l'acide sulfurique pour le sel de pentamine, des deux tiers pour le sel de tétramine. Ces faits et la préparation du sel nouveau

$$\left[Co \begin{matrix}(NH^3)^5 \\ OH\end{matrix}\right] SO^4 2H^2O$$

semblent donner une base expérimentale solide à la formule de constitution admise par Werner pour les sels roséo et diroséo et à son hypothèse sur leur hydrolyse.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combustion par le mélange sulfochromique des composés organiques renfermant du chlore.* Note de MM. **J. Guyot** et **L.-J. Simon**, présentée par M. Ch. Moureu.

La méthode d'oxydation des éthers méthyliques, dont il a été question antérieurement ([1]), par le moyen du mélange sulfochromique n'est autre que celle qui est utilisée dans la méthode de MM. Baubigny et Chavanne pour libérer et doser le chlore et le brome dans les composés organiques qui en renferment. L'extension aux substances chlorées de notre technique était donc *a priori* assurée de la réussite, mais il y avait lieu de protéger le mercure de la jauge contre l'action du chlore qui l'aurait rapidement mise hors d'état de servir.

Pour éviter la présence du chlore et son action sur le mercure de la jauge, il suffit d'introduire une petite quantité de mercure (1^g ou 2^g) dans la fiole laboratoire et d'intercaler entre la fiole laboratoire et la jauge un tube renfermant une toile de cuivre amalgamé d'une longueur suffisante : le chlore y est totalement retenu. Notre attention s'est uniquement portée sur le gaz carbonique résultant de la combustion du carbone, mais il est clair que notre technique porte en elle *le germe d'une méthode de détermination simultanée du chlore et du carbone dans les substances organiques.*

En outre, il se produit fréquemment du phosgène $COCl^2$ qui, à la vérité, ne trouble pas les résultats, quant au carbone, puisqu'il occupe le même volume gazeux que le gaz carbonique, mais que sa toxicité rend indésirable. Pour l'éviter il est bon d'employer un excès d'anhydride chromique qui le

---

([1]) *Comptes rendus*, t. **170**, 1920, p. 514.

transforme en gaz carbonique : cet anhydride est disposé dans le renflement d'un petit tube à boule qui traverse le bouchon de la fiole laboratoire et précède le tube à toile de cuivre amalgamé dont il est question plus haut.

Résultats. — 1° Le chlorosulfonate de méthyle $SO^2Cl(OCH^3)$ est ainsi complètement brûlé, il peut être dosé de cette manière en présence d'autres liquides chlorés tels que la chlorhydrine sulfurique, les chlorures d'arsenic et d'étain et même en présence de chlorosulfonate d'éthyle qui, dans les mêmes conditions de température et de durée, ne participe à la combustion que dans une mesure très faible. Le chloroformiate de méthyle $COCl(OCH^3)$ est complétement brûlé.

Le chloroformiate d'éthyle $COCl(OC^2H^5)$ fournit *dans les mêmes circonstances* le tiers du gaz carbonique que suppose sa composition : seul est transformé le carbone du radical acide ; le carbone du radical éthylique n'est oxydé que lentement et progressivement.

2° Il a été dit (*loc. cit.*) que l'acide acétique résistait à l'oxydation sulfochromique ; ses dérivés de substitution sont au contraire complètement brûlés :

	C (pour 100)	
	trouvé.	calculé.
$CH^2Cl - CO^2CH^3$..........	33,54-33,12	33,18
$CHCl^2 - CO^2CH^3$..........	24,84-25,17	25,17
$CCl^3 - CO^2CH^3$..........	20,45-20,23	20,28

L'oxydation est un peu moins rapide pour les deux derniers que pour le premier.

Pour le monochloracétate *d'éthyle*, l'oxydation ne porte pas sur le radical éthylique et fournit donc un volume de gaz carbonique un peu supérieur *à la moitié* de ce que fournirait la combustion complète.

3° La conduite si différente de l'acide acétique et de ses dérivés chlorés de substitution trouve son explication dans l'action comparée du mélange sulfochromique sur les hydrocarbures d'une part et les hydrocarbures chlorés d'autre part. Le Tableau suivant, où sont portés les nombres trouvés, et d'autre part la valeur calculée pour la proportion centésimale de carbone, rassemble les résultats expérimentaux effectués dans les conditions les plus comparables.

Hydrocarbures.

	C (pour 100) trouvé.	calculé.
C^6H^{14} β-méthylpentane	52,8	83,7
$C^{10}H^{22}$ 2.6-diméthyloctane	56,6	84,5
C^6H^{12} cyclohexane	78,2-79,5-81,4	85,7
C^7H^{14} méthylcyclohexane	80,8-80,0-75,5	»
C^8H^{16} métadiméthylcyclohexane	76,7-76,9	»
C^6H^6 benzène	78,8-72,8-79,1	92,3
C^7H^8 toluène	79,7-79,9	91,3
Essence de pétrole de Perse	62,5-62,2-63,15	85
Essence de pétrole de Bornéo (D_1)	58,2-54	85
Essence de pétrole de Bornéo (D_2)	65 -63,7	86

Carbures chlorés.

		C. (pour 100) trouvé.	calculé.
CCl^4	40°	7,65- 7,74	7,79
$CH\,Cl = CH\,Cl$	<30	23,37-23,19	24,74
$CH\,Cl = CCl^3$	30	18,35-18,16-18,17	18,25
$CCl^2 = CCl^2$	45	14,45-14,38	14,19
$CH^2Cl - CH^2Cl$	40	24,15-24,53-24,45	24,24
$CH\,Cl^2 - CH\,Cl^2$	55	14,16-14,55-14,37	14,28
$CH\,Cl^2 - CH\,Cl^3$	70	**7,80**	11,85
$CCl^3 - CCl^3$	-	**0,05**	10,1
C^6H^5Cl	30	63,3 -63,5 -63	64

La comparaison des deux Tableaux pourrait se passer de commentaires : la combustion des hydrocarbures toujours très incomplète s'oppose à celle des produits chlorés qui est pratiquement totale, sauf pour le pentachloréthane et surtout pour l'hexachloréthane où l'accumulation du chlore finit par s'opposer à la réaction.

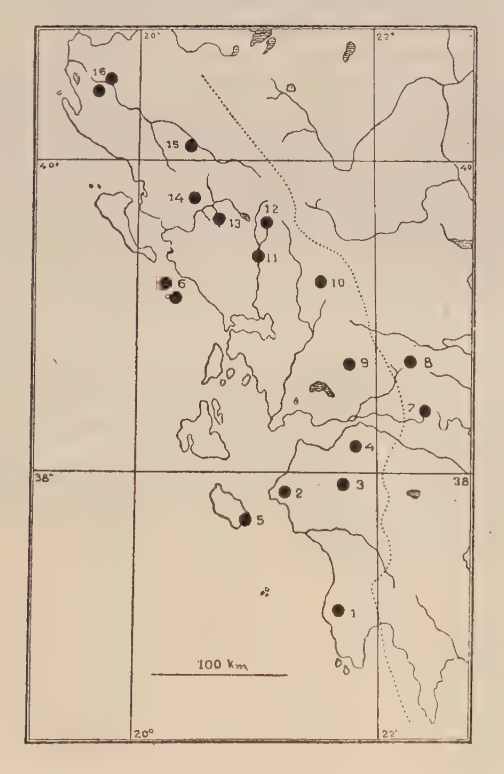
Les carbures acycliques saturés résistent plus encore que les carbures aromatiques ou cycliques saturés pris isolément ou en mélange.

Les carbures chlorés non saturés résistent moins bien que les produits, saturés par du chlore, qui leur correspondent, et cette résistance s'accroît à mesure que la teneur en chlore augmente : cette hiérarchie dans la résistance se manifeste par la température d'amorçage de la réaction marquée dans la première colonne.

GÉOLOGIE. — *Sur la zone hydrocarburée de la Grèce occidentale.* Note (¹) de M. CONST.-A. KTÉNAS.

Les hydrocarbures connus en Grèce se présentent dans une *zone bien caractérisée au point de vue stratigraphique et tectonique*, qui se poursuit depuis la Messénie jusqu'à l'Albanie méridionale sur une longueur de 450^{km}. Les gisements se répartissent entre le Péloponèse occidental, les îles Ioniennes, l'Étolie et le Parnassis, l'Épire et l'Albanie (²).

Parmi les gîtes du Péloponèse, il faut citer le calcaire éocène à asphalte, **3**, de Marathos, **1**, et les traces de naphte de la source de Lintsi, **2**, qui se trouve dans les



couches du Pliocène gypsifère. On y rencontre en outre des grès compacts et des schistes siliceux bitumineux près de Divri, dans le système montagneux d'Olonos et au-dessous du village de Souli, **4**, sur le versant méridional de Voïdias; ces derniers

(¹) Séance du 1er mars 1920.

(²) Parmi les savants qui ont contribué à la connaissance de ces gisements il faut citer Coquand, Fiedler, Philippson, Christomanos et Martelli.

gisements appartiennent aux couches triasiques ou jurassiques de la nappe de chevauchement sur les flysch.

Quant aux îles Ioniennes, on y constate des hydrocarbures à l'île de Zante, 5, et aux îles de Paxi, 6. Dans ces dernières ils consistent en calcaires éocènes à asphalte, tandis qu'à Zante, différents niveaux de pissasphalte s'intercalent entre les couches du Plaisancien salifère et peut-être aussi du Portonien (calcaire de Zeitha).

Dans la Grèce continentale, une série des gîtes, semblables, au point de vue minéralogique, stratigraphique et tectonique, aux 3 et 4, se poursuit depuis les Alpes d'Étolie jusqu'au Pinde, 9, 10 et 12. Parallèlement à cette ligne bien marquée se présentent, du côté de l'Est, les ensises de Drémisa, 8, et de Galaxidi, 7; la première comprend de l'asphalte et du pissasphalte dans des grès et conglomérats du Crétacé supérieur (flysch postsénonien).

A l'ouest du Pinde ou dans ses plis anticlinaux il faut signaler, entre autres, des affleurements d'hydrocarbures à Vordo, 11 (Vallée de la Molitsa), et à Bajousous, 13; dans le grès et le calcaire du Miocène moyen (Portonien) salifère qui affleure, en fenêtre, dans les anticlinaux. Plus au Nord, à Lavdani, 14, et à Éléousa, 15, se rencontrent d'autres gisements d'asphalte; la traînée hydrocarburée se termine à Sélénitsa (1), 16; il s'agit là d'hydrocarbures solides et fluides au milieu des grès et des conglomérats du Plaisancien salifère (2).

Cet aperçu montre que la zone hydrocarburée de la Grèce coïncide avec « le système de la Grèce occidentale » de Philippson (3). Au point de vue tectonique, ce système se caractérise par *des plis alpins de direction générale* NNO-SSE (4); la stratigraphie de cette partie de la Grèce comprend un *développement considérable du flysch*, en partie crétacé, en majeure partie éocène et oligocène (5). D'autre part, une série puissante de couches secondaires et éocènes (système d'Olonos) repose sur le flysch, le plus souvent dans des conditions anormales, en formant des nappes de chevauchement et des plis renversés (voir sur ce sujet les publications de Philippson, Cayeux, Négus, Kténas et Renz).

Parmi les gisements d'hydrocarbures, quelques-uns, 5, 2, 16, se trouvent

---

(1) C. Nicolescu, *Bulletin de la Section Sc. de l'Académie roumaine*, t. 3, 1914, p. 23. Le Miocène de l'Epire présente au point de vue lithologique (formations marines, en parties littorales avec produits d'évaporation) et paléontologique une analogie frappante avec le Miocène de l'île de Crète, si bien analysé ici-même par Cayeux (*Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 637).

(2) C'est le seul gisement qui a pris jusqu'à présent un développement économique.

(3) *Annales de Géographie*, 1898, et *Petermanns Mitteilungen*, 1914.

(4) C'est la constance dans la direction des plis qui me conduit à considérer la traînée hydrocarburée de la Grèce comme une unité, pour ainsi dire, indépendante des autres gisements d'hydrocarbures trouvés dans la côte est de l'Adriatique (voir de Launay, *Traité de Métallogénie*, t. 1, 1913, p. 602).

(5) Même Miocène d'après Nicolescu, p. cit.

dans des couches qui n'ont pris part qu'accidentellement aux plissements du Tertiaire. Les assises 3, 4, 9, 10 et 12, qui, au point de vue lithologique, forment une catégorie spéciale, se présentent, au contraire, pour la plupart dans la série déversée et chevauchée.

Vu la composition et l'allure anormale de ces gisements triasiques ou jurassiques, on ne peut pas admettre qu'ils ont donné naissance, par distillation, aux hydrocarbures plus récents; c'est plutôt dans le flysch qu'on doit chercher un milieu présentant toutes les conditions favorables pour la formation des assises primitives. Il faut noter en outre que les couches du flysch contiennent, par endroits, des nombreuses empreintes végétales et des petits amas de houille piciforme. Les sondages qu'on va exécuter pour la recherche du pétrole devront être poursuivies au moins jusqu'aux couches gréseuses éocènes.

La zone hydrocarburée de la Grèce se rapproche de celle d'Emilie (Apennins) et de celle des Carpathes; cette dernière, si bien étudiée par M. Mrazec et ses collaborateurs, offre des analogies tectoniques et stratigraphiques frappantes avec la moitié nord de la zone grecque [1].

En terminant, il faut remarquer que la Grèce occidentale, par opposition à l'Egéide, est totalement dépourvue des formations volcaniques tertiaires ou récentes; on note seulement la présence des plantes plutoniennes basiques et suprabasiques, surtout dans la partie nord (chaîne du Pinde), leur mise en place n'a pas dépassé l'Éocène.

GÉOLOGIE. — *Observations sur les phénomènes de charriage du centre de la Sierra de Majorque (Iles Baléares)*. Note [2] de M. **P. Fallot**, transmise par M. Kilian.

En 1914, j'ai indiqué [3] que la partie ouest de la Sierra de Majorque est constituée par des *écailles* superposées dont le charriage, effectué du Sud-Est vers le Nord-Ouest atteint un minimum de 10^{km}. Comme il était à prévoir, ces éléments tectoniques ont été retrouvés vers l'Est. En parti-

---

[1] La zone hydrocarburée de la Grèce comprend en outre d'autres gisements, comme à l'île d'Ithaque, à l'île de Corfou, à Paramythia et à Parga (côte de l'Epire); leurs relations géographiques sont pourtant encore mal connues.

[2] Séance du 15 mars 1920.

[3] P. Fallot, *Sur la tectonique de la Sierra de Majorque*, et *Sur la stratigraphie de la Sierra de Majorque* (*Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 645 et 817).

culier, le très perspicace géologue qu'est M. Darder [1] a mentionné la présence du Jurassique charrié sur le Néogène jusqu'à la Cala San Vicente, à l'extrémité nord-est de la Sierra. Il reste à raccorder les observations qui ont été faites jusqu'ici afin de déterminer la part qui revient dans l'ensemble de la chaîne à ces diverses unités tectoniques. Les observations récentes qui font l'objet de cette Note pourront peut-être aider à élucider la question.

Les éléments charriés dont j'avais signalé l'extension jusqu'aux abords de Soller se poursuivent vers le Nord-Est. Mais ils changent d'allure et, à partir des abords de la Sierra Alfabia et du Puig Mayor, toute la cordillère revêt, au moins dans sa partie médiane, une structure étroitement imbriquée qui affecte plus spécialement l'élément tectonique principal, mentionné plus loin sous le n° III.

Une coupe faite par le massif du Puig Mayor, en partant de la mer et en se dirigeant vers le Sud-Est, perpendiculairement à l'axe de la Sierra, montre quatre éléments tectoniques superposés.

I. La *série inférieure* est formée de Trias à Spilites, puis de Dolomies (Ladinien et Carnien pour M. Darder). Sur le Trias reposent les calcaires saccharoïdes du Lias. Cet ensemble puissant et rigide constitue sur 2^{km} à 3^{km} de large la bordure nord de l'île au nord-est de Soller; il est coupé par les falaises à pic dont les crêtes dominent la mer de 200^{m} à 300^{m}.

C'est à cette série qu'appartiennent les assises de base de la montagne de Sa Commune ainsi que les grandes étendues de calcaire ruiniforme qui se suivent par le P. de Sa Costera (825^{m}) jusque sous le massif charrié du Puig Roig.

Aux endroits où ils ont été protégés par des terrains en recouvrement, des marnocalcaires du Jurassique moyen, puis des grès et poudingues miocènes à *Clypeaster*, *Scutella* et *Amphistegina* couronnent la série I. Ainsi, sous la montagne de Sa Commune, le Miocène peut être suivi depuis le nord de Fornalutx, où il est mylonitisé, par le col du chemin de Moncarre (grès à Scutelles et Clypéastres) jusqu'à Moncarre et Bini [2].

II. Ces terrains néogènes supportent une *écaille* qui constitue l'élément principal du sommet de Sa Commune et qui, coincée, entre son substratum et la masse du Puig Mayor, s'écrase vers le Nord-Est. Cette écaille est formée de la même série stratigraphique que la précédente. Le Trias y est rendu friable par les roches éruptives qu'il

---

(1) B. Darder Péricas, *El triasico de Mallorca* (*Trabajos del Museo Nacional de Ciencias naturales : Seria geologica*. Mém. 7, 1914).

(2) Les intéressantes coupes (*fig.* 2 et 11) de M. Darder ne portent pas l'indication de ce Tertiaire; les retours d'assises secondaires y sont attribuées à des failles. Le charriage que je signale semble toutefois très net.

contient et qui déterminent dans la topographie une suite de dépressions cultivées, du col de Moncarre au col de Bini et aux maisons de ce nom. Toutefois, la base du Miocène comporte ici des couches à plantes dans lesquelles, par une série de galeries qui jalonnent les affleurements de ce terrain, les habitants ont recherché des lignites, d'ailleurs inexploitables (S'Clot, et Chemin de Lluch par le nord de P. Mayor).

III. Cette écaille est à son tour surmontée par toute la masse du Puig Mayor qui appartient à l'élément tectonique le plus important de cette région. Cet élément comporte du Trias, identique à celui des termes inférieurs, du Lias, du Jurassique moyen, du Tithonique et du Néocomien. Le Miocène y semble remplacé par des poudingues nummulitiques, comme dans les nappes supérieures de l'extrémité occidentale de l'île. Toutes ces couches disposées en plis isoclinaux ou en écailles imbriquées sont poussées du Sud-Est et se redressent en apparence contre l'obstacle formé par la série I. Les arêtes saillantes de ces imbrications constituent, parallèlement à l'axe de la Sierra, le chaînon Alfabia-Bonnaba culminant du Puig Mayor (1443^{m}), puis, plus au Sud, le chaînon P. Cuba-Tossals, culminant au Puig Masanella (1350^{m}). Toute la région de Buñola au Puig Suro et vraisemblablement à la Casa des Guix, au sud de Lluch, doit sans doute être rattachée à ce même ensemble.

IV. A 4^{km} à l'est de Soller, sur la tranche des couches de la série III qui comporte ici le Lias, le Jurassique moyen, le Tithonique et le poudingue nummulitique, redressés en plis très serrés, repose la masse triasique et liasique du Puig L'Ofre et du Puig Cuba. Ce *témoin*, complexe, appartient à une *nouvelle série*, vraisemblablement à celle dont la masse (puissante de 4^{m} à 500^{m}) chevauche à la Mola de Son Cabaspre, au Puig d'Alaro et dans tout le petit massif qui sépare la vallée d'Orient du bourg d'Alaro, les assises, déjetées vers le Nord, de la série III.

Ce chevauchement s'observe avec une netteté remarquable dans la vallée qui descend d'Orient par Son Torellas et dont le versant Est est pris en écharpe par le plan de charriage, de la côte 650 Est de Rafal jusqu'à Son Oliver, sur près de 3^{km}.

Cette quatrième unité tectonique, dont les termes supérieurs sont constitués par les lignites garumniens de Binisalem et de puissantes assises de poudingues nummulitiques, s'enfonce sous la plaine quaternaire qui coupe l'île entre les baies de Palma et d'Alcudia.

L'étude détaillée de ces dislocations conduira peut-être à modifier l'interprétation proposée ci-dessus qui ne doit être tenue que pour un premier schéma. Quant aux éléments stratigraphiques, leur énumération, obligatoirement laconique, ne préjuge en rien de leur détail.

PHYSIQUE COSMIQUE. — *Sur l'absorption des rayons corpusculaires pénétrant dans l'atmosphère terrestre en suivant des trajectoires non rectilignes.* Note (¹) de M. **Carl Störmer**, présentée par M. Appell.

Dans les lignes suivantes, nous allons donner un court résumé des études d'absorption que nous avons entreprises pendant le travail de mesure d'un grand nombre de photogrammes d'aurore boréale, obtenus soit à Bossekop en 1913, soit à Christiania pendant ces dernières années.

Les études d'absorption publiées jusqu'ici ne considèrent que le cas de trajectoires *rectilignes*. Cependant, le cas général, c'est celui où le corpuscule suivra une trajectoire courbe. Sans atmosphère, cette trajectoire sera approximativement une hélice sur un cylindre de révolution; nous allons voir que si la résistance de l'atmosphère agit comme une force opposée à la vitesse, la trajectoire *sera encore une hélice, mais sur un cylindre plus général.*

Considérons, en effet, le mouvement d'un corpuscule électrique dans un milieu résistant sous l'action d'un champ magnétique. Supposons que la résistance est dirigée le long de la tangente et opposée à la direction du mouvement. Soit S la surface engendrée par des lignes de force magnétique passant par la trajectoire. Alors l'action déviatrice du magnétisme est normale à la tangente et à la force magnétique, donc normale à la surface S, et comme la résistance est dirigée le long de la tangente, la résultante K de ces deux forces sera situé dans un plan passant par la normale à la surface. Comme la résultante est située dans le plan osculateur de la trajectoire, ce plan passera par la normale et *la trajectoire sera donc ligne géodésique sur la surface* S; cette trajectoire sera parcourue avec vitesse *variable;* seulement, si la résistance est nulle, la vitesse sera constante et l'on retombe sur un résultat bien connu.

Cela posé, considérons la trajectoire d'un rayon corpusculaire dans l'atmosphère; le long de celle-ci on peut considérer la force magnétique comme constante en grandeur et en direction de manière que la surface S sera *un cylindre;* en développant ce cylindre sur un plan, la trajectoire devient donc une ligne droite; *donc la trajectoire sera une hélice qui partout fait le même angle avec les lignes de force magnétique.* Dans le vide, la section normale du cylindre sera un cercle; dans l'atmosphère, elle sera une

(¹) Séance du 8 mars 1920.

spirale parce que la vitesse et par conséquent le rayon de courbure vont en diminuant à cause de la résistance.

Supposons avec Hann, Humphrys et Wegener [1] que l'atmosphère supérieure soit en équilibre isothermique, de manière que la distribution des différents gaz suive la loi de Dalton. Alors la densité à la hauteur h centimètres au-dessus du sol sera donnée par une formule que voici :

$$\delta = \Sigma \alpha_k e^{-\beta_k h}, \tag{1}$$

les α_k et β_k étant des nombres indépendants de h et la somme étant étendue aux divers gaz de l'atmosphère supérieure.

Considérons d'abord le cas de rayons cathodiques et rayons β de radium et supposons avec Lenard [2] et d'autres que le long d'une trajectoire formée d'un faisceau de rayons homogènes pareils, l'absorption aura lieu d'après la loi exponentielle, de manière que la vitesse reste constante, tandis que l'intensité dans le sens de Lenard varie pour devenir nulle à l'absorption complète. Alors la trajectoire sera une hélice sur un cylindre de révolution, dont le rayon cependant n'excède pas quelques centaines de mètres, même pour les rayons β les plus rigides; cette dernière circonstance permet de simplifier considérablement le calcul, de manière qu'on arrive à la formule suivante :

$$l_n \frac{\mathrm{I}}{\mathrm{I}_0} = -\frac{a}{\cos\theta \cos\alpha} \sum \mu_k e^{-\beta_k h}, \tag{2}$$

où I_0 est l'intensité initiale dans le vide, a une constante caractéristique pour la pénétrabilité des rayons, θ l'angle entre la force magnétique et la verticale et α l'angle entre l'hélice et la force magnétique. Enfin les μ_k et β_k sont des constantes indépendantes de a, θ, α et h.

On en tire que la courbe d'intensité correspondant à $a = a_0$ et $\alpha = \alpha_0$ est identique à la courbe d'intensité correspondant à la trajectoire *rectiligne* où $a = \frac{a_0}{\cos\alpha_0}$.

Considérons maintenant le cas de rayons α. L'absorption et la luminosité le long d'une trajectoire rectiligne a été étudiée par Végard [3]. Pour plus de simplicité, considérons le cas où la force magnétique est verticale, ce qui

---

[1] Voir A. WEGENER, *Thermodynamik der Atmosphäre*, Chap. VI.

[2] Voir LENARD, *Ueber die Absorption der Nordlichtstrahlen, etc.*, Heidelberg, 1911.

[3] VÉGARD, *Nordlichtuntersuchungen*, *Videnskabsselskabets Skrifter*, 1916, Christania.

aura lieu au-dessus des pôles magnétiques de la Terre, et soit α l'angle constant entre la trajectoire et la verticale. Alors la vitesse à la hauteur h sera donnée par la formule

$$(3) \qquad v = v_0\left(1 - \frac{x}{r_0}\right)^{\frac{1}{3}},$$

où v_0 est la vitesse initiale dans le vide, r_0 le parcours du rayon α dans l'air ordinaire et où

$$(4) \qquad x = \frac{3,8}{D_0 \cos\alpha} \sum \frac{\alpha_k e^{-\beta_k h}}{\beta_k \sqrt{A_k}}.$$

Ici, pour chaque cas, α_k et β_k sont les mêmes que dans la formule (1), A_k est le poids atomique et D_0 est la densité de l'air ordinaire.

Les équations d'hélice parcourues par le rayon peuvent aisément être trouvées par des quadratures; en effet, soit σ l'arc de la section normale du cylindre correspondant; le rayon de courbure R en un point de la section sera alors

$$R = \frac{m}{e} \frac{\sin\alpha}{H} v,$$

où m et e sont la masse et la charge du corpuscule, H la force magnétique et v est la fonction de h définie par les équations (3) et (4); comme, d'autre part, σ est fonction linéaire de h, R devient fonction connue de l'arc σ, ce qui permet de trouver les équations de la section par des quadratures.

La trajectoire étant ainsi connue, on peut, comme Végard l'a fait pour une trajectoire rectiligne, calculer l'ionisation et la luminosité en chaque point et les comparer avec les phénomènes d'aurore boréale photographiés.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'utilisation des cirrus pour la prévision du temps.* Note de MM. **G. Reboul** et **L. Dunoyer**.

L'étude de la distribution nuageuse dans le voisinage des dépressions montre qu'à l'avant de ces perturbations il y a, en général, une éclaircie (disparition de nuages bas) et que cette éclaircie laisse voir des nuages du type cirrus [1]. On utilise depuis longtemps l'apparition de ces cirrus ou de cette éclaircie pour prévoir l'arrivée ou le déplacement des dépressions isobariques. Il n'est pas un seul livre de Météorologie qui ne dise que l'apparition de cirrus est l'indice de l'approche du mauvais temps.

---

[1] Shaw, *Forecasting Weather*, p. 81 à 98.

Comme tous ceux qui ont fait de la prévision du temps, nous avons eu à appliquer cette règle des cirrus; aussi nous a-t-il paru utile de contrôler les résultats qu'elle donne, d'établir ce que nous appelons son *coefficient de certitude* (rapport du nombre de cas favorables au nombre total de cas observés), et de chercher dans quelles conditions ce coefficient a la plus grande valeur possible.

Telle qu'on l'applique en général, la règle peut se subdiviser en trois parties d'inégale importance au point de vue de la prévision et faciles à contrôler séparément :

1° *L'apparition de cirrus en un point indique l'existence d'une dépression dans le voisinage plus ou moins immédiat de ce point;*

2° *La direction de déplacement des cirrus indique la direction dans laquelle se trouve la dépression ainsi que la direction à prévoir pour sa marche;*

3° *L'abondance et la rapidité des cirrus indiquent la profondeur et la vitesse de déplacement de la dépression.*

Les observations sur lesquelles a porté notre contrôle ont été faites à la station du plateau de Malzéville, où l'horizon très dégagé facilitait l'observation du ciel. Le contrôle se fait en notant sur le registre des observations horaires l'apparition, l'abondance et la vitesse des cirrus, et en rapprochant ces données de la position, de la direction et de la vitesse de déplacement des dépressions que révèlent les cartes météorologiques du jour de l'observation et de son lendemain. Le contrôle a porté sur les observations de janvier à octobre 1916, et sur celles de juillet 1917 à juillet 1918; voici les résultats qu'il donne :

1° *L'apparition de cirrus en un point indique l'existence d'une dépression dans le voisinage plus ou moins immédiat de ce point.*

De juillet 1917 à juillet 1918, nous trouvons 118 cas où peut s'exercer le contrôle, avec 110 cas favorables, ce qui donne un coefficient de 0,93.

En examinant séparément les cas correspondants aux semestres d'été et d'hiver ainsi que ceux des cirrus de direction E ou W, on obtient :

Semestre d'été, 0,92; semestre d'hiver, 0,94.

Cirrus venant des régions W, 0,96; cirrus venant des régions E, 0,81.

2° *La direction de déplacement des cirrus indique la direction dans laquelle se trouve la dépression.*

Les coefficients obtenus sont les suivants :

Semestre d'été, 0,84; semestre d'hiver, 0,81.

Cirrus venant des régions W, 0,91; cirrus venant des régions, E 0,57.

3° *La direction de déplacement des cirrus indique la direction de marche de la dépression.*

Coefficient de certitude :

Semestre d'été, 0,67 ; semestre d'hiver, 0,60.

Cirrus venant des régions W, 0,76; cirrus venant des régions E, 0,43.

Dans le contrôle des parties 2 et 3, nous avons considéré comme favorables les cas où la direction de déplacement des cirrus et celle où se trouvait, et suivant laquelle se déplaçait la dépression, ne différaient pas de plus d'un quadrant (90°).

4° *Les cirrus de grande vitesse font prévoir un déplacement rapide de la dépression.*

Dans la période s'étendant de janvier à octobre 1916, nous trouvons que sur 22 cas il y a 16 cas favorables, ce qui donne un coefficient de 0,72. De juillet 1917 à juillet 1918, nous trouvons 13 cas favorables sur un total de 19, ce qui donne un coefficient de 0,68.

Enfin, si l'on examine séparément les cas des cirrus des régions E ou W, on trouve que, sur 14 cas de cirrus de région W, il y en a 12 favorables à la règle, tandis que sur 5 cas de cirrus de région E, un seul serait favorable à la règle.

Dans ce qui précède, nous considérons comme rapides les cirrus ayant comme vitesse 4 et 5. La vitesse étant mesurée à la herse néphoscopique, l'échelle de mesure s'étendait de 0 à 5. On considère comme rapides les dépressions qui, en 24 heures, se déplacent de plus de 1000^{km}.

5° *Des cirrus abondants indiquent, ou que la dépression est dans le voisinage du lieu d'observation, ou qu'elle est profonde.*

Ainsi pendant les huit premiers mois de 1916 nous trouvons 39 observations de cirrus abondants. Sur ces 39 cas, 12 correspondent à des dépressions qui sont sur la France ou qui en sont très voisines ; 27 à des dépressions relativement éloignées, et, sur ces 27 derniers cas, nous en trouvons 18 qui correspondent à des dépressions profondes (pression inférieure à 750^{mm}) et 9 pour lesquelles la pression est comprise entre 750^{mm} et 760^{mm}.

Cela correspondrait à un coefficient de 0,77 pour la règle telle que nous l'énonçons, et à un coefficient de 0,66 si l'on ne parle que de la profondeur de la dépression.

On voit que la règle des cirrus n'est utilisable qu'en en restreignant l'application aux cirrus d'Ouest. Il faut également la restreindre aux régions

du nord ou de l'est de la France. Dans le Sud-Est par exemple, où le temps est souvent commandé par les dépressions méditerranéennes, il serait imprudent d'attacher aux cirrus une aussi grande importance. Ce sont malheureusement les parties 3, 4 et 5 de la règle qui se vérifient le moins bien, alors que ce sont les seules intéressantes au point de vue de la prévision. En outre, la distinction des cas favorables ou défavorables est parfois assez difficile à faire : ainsi nous considérons comme favorables tous les cas où les cirrus indiquent le mouvement des dépressions; or une dépression qui se trouve sur le nord de l'Angleterre, et dont on prévoit un mouvement vers l'Est, peut venir sur le sud de la Norvège ou sur le nord de la France; dans les deux cas on considère que la vérification est bonne; il est cependant bien évident que le temps résultant pour nos régions ne sera pas le même suivant qu'elle aura suivi l'un ou l'autre chemin.

Ainsi la règle des cirrus présente, au point de vue de la prévision du temps, la même infirmité que toutes les autres règles en usage, et il est prudent de l'appliquer en lui adjoignant un coefficient de certitude dont nous indiquons plus haut l'ordre de grandeur.

L'emploi isolé d'une règle quelconque de prévision du temps expose, surtout dans les cas délicats, à d'assez cruelles déceptions : c'est dans ces cas que l'application méthodique et simultanée de l'ensemble des règles permet de se rendre compte du degré de certitude de la prévision que l'on fait.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la température des hautes couches atmosphériques.* Note [1] de M. V. **Bjerknes**, présentée par M. Appell.

Considérons d'un autre point de vue les phénomènes discutés dans une Note précédente [2].

D'après la découverte brillante de Teisserenc de Bort, qui a été refaite indépendamment aussi par M. Assmann, l'atmosphère consiste en deux couches différentes, appelées maintenant la *troposphère* et la *stratosphère*. Dans la première, on a un gradient de température vertical qui s'approche de la valeur adiabatique, en étant réglé par les circulations thermiques produites à la surface de la Terre. Dans la seconde, on ne trouve

---

[1] Séance du 8 mars 1920.

[2] *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 604.

plus de décroissement accentué de température avec la hauteur, montrant qu'il n'y existe plus de circulations verticales très marquées. En passant de la troposphère à la stratosphère, on trouve en général une inversion de température, et en même temps des mouvements très faibles relativement à la Terre.

Considérons donc une surface de discontinuité où la densité de l'air change subitement de la valeur ρ_2 au-dessous à ρ_1 au-dessus, tandis que la vitesse angulaire change de ω_2 à ω_1. Une analyse très simple conduit à l'équation différentielle

$$\frac{dz}{dx} = -\frac{X}{Y} + \frac{x}{Y}\,\frac{\rho_2\omega_2^2 - \rho_1\omega_1^2}{\rho_2 - \rho_1} \tag{3}$$

pour cette surface de discontinuité.

Cette équation diffère de celle des surfaces isobares seulement par le fait qu'à la fonction ω^2 on a substitué l'expression

$$\omega'^2 = \frac{\rho_2\omega_2^2 - \rho_1\omega_1^2}{\rho_2 - \rho_1}. \tag{4}$$

Si l'on a $\omega_2 = \omega_1 = \omega$, cette expression se réduira à ω^2. Donc, s'il y a un changement brusque de la densité, mais pas de la vitesse, la surface de discontinuité coïncidera avec une surface isobare. En se souvenant, de plus, qu'on a toujours $\rho_2 > \rho_1$, on arrive immédiatement aux conclusions ultérieures suivantes :

Si la couche inférieure a la plus grande des deux vitesses angulaires, $\omega_2 > \omega_1$, on obtient $\omega' > \omega_2 > \omega_1$, et la surface de discontinuité affecte une forme plus aplatie que les surfaces isobares de l'une ou de l'autre couche.

Si la couche inférieure a la plus petite des deux vitesses angulaires $\omega_2 < \omega_1$, on obtient $\omega' < \omega_2 < \omega_1$, et la surface de discontinuité présentera une forme moins aplatie que les surfaces isobares des deux couches, ou même une forme qui n'est plus aplatie, mais allongée dans la direction de l'axe terrestre. Maintenant la vitesse angulaire de la stratosphère ne diffère pas beaucoup de celle de la Terre, $\omega_1 = \Omega$. Mais celle des couches supérieures de la troposphère est plus grande, $\omega_2 > \Omega$, excepté une zone étroite des deux côtés de l'équateur, et peut-être aussi les zones centrales polaires.

Mais ces exceptions n'affectent pas le fait général : la surface de séparation de la stratosphère et de la troposphère affecte une forme plus aplatie que les surfaces isobares dans la troposphère, qui sont de leur part plus aplaties que les surfaces de niveau.

Ainsi la surface limite entre la stratosphère et la troposphère doit se

trouver à un niveau plus élevé près de l'équateur que dans les régions polaires, conformément à ce qu'ont montré les sondages aérologiques.

La théorie que nous venons de développer s'applique aussi à la discussion de la température des hautes couches au-dessus des cyclones et des anticyclones, et à la forme qu'affecte ici la surface de séparation entre la troposphère et la stratosphère.

On décompose la rotation de la Terre en deux composantes, dont une autour du rayon de la Terre passant par le centre du cyclone ou de l'anticyclone, et une autour d'un axe normale à la première. Celle-ci peut être négligée dans la première approximation, tandis que la première s'ajoute à la vitesse angulaire que possèdent les masses d'air relativement à la Terre. On voit donc que la vitesse angulaire des cyclones est plus grande et celle des anticyclones plus petite que celle que possède la Terre autour du même axe.

Maintenant les mouvements cycloniques ou anticycloniques sont des mouvements locaux qui ne peuvent plus exister dans des couches assez élevées. On en tire facilement, par un raisonnement analogue à celui que nous avons appliqué dans la première Note, le résultat suivant : Dans les parties les plus hautes d'un cyclone on trouvera des températures plus élevées, dans les parties les plus hautes d'un anticyclone des températures plus basses qu'ailleurs dans le même niveau.

En appliquant d'un autre côté la formule (3), on trouve le même résultat dans la forme spéciale suivante :

Au-dessus d'un cyclone la surface limite entre la troposphère et la stratosphère présente une dépression, et au-dessus d'un anticyclone par contre une élévation.

Ce phénomène très frappant a été le sujet de réflexions différentes. Il importe de remarquer que, d'après l'analyse précédente, ces élévations ou dépressions ne sont nullement les causes de la formation des cyclones et des anticyclones. Ils sont au contraire des effets simples du mouvement cyclonique ou anticyclonique.

M. J.-V. Sandström (¹) a abordé le premier, dans deux Mémoires très

(¹) J.-V. SANDSTRÖM : *Ueber die Beziehung zwischen Temperatur und Luftbewegung in der Atmosphäre unter stationären Verhältnissen. Ofversigt af k. Vetenskaps Akkademien Forhandlinger* (Stockholm, 1901); — *Ueber die Temperaturwerteilung in den aller höchsten Luftschichten; Arkiv för Math., Astr. och Fysik* (Stockholm, 1907).

peu connus, la discussion des questions qui forment le sujet de nos deux Notes. A l'aide d'une application ingénieuse du théorème de la formation des circulations, il est arrivé essentiellement aux mêmes résultats. L'analyse plus directe que je viens de donner ici montre bien nettement la relation intime des températures avec les forces centrifuges dans l'atmosphère.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration des plantes parasitées par des Champignons.* Note de M. G. NICOLAS, présentée par M. Gaston Bonnier.

Nous ne savons que très peu de chose sur l'influence qu'exercent les Champignons parasites sur les principales fonctions des végétaux; seules, quelques recherches ont montré que ces organismes exagèrent la transpiration et que les Fumagines, qui constituent le groupe des ectophytes vrais ou pseudoparasites, entravent l'assimilation chlorophyllienne et la respiration (¹).

J'ai entrepris une étude générale de la physiologie des plantes parasitées et je vais exposer ici les résultats relatifs à leur respiration. J'ai utilisé pour ces recherches la méthode de l'air confiné en tenant compte des critiques très judicieuses adressées à cette méthode par MM. Maquenne et Demoussy (²). Mes expériences, faites comparativement sur des tiges, des pétioles, des limbes foliaires ou des inflorescences sains et parasités, n'ont pas duré plus de trois heures, la plupart une heure seulement, et les organes étaient toujours placés, aussitôt après leur récolte, à l'obscurité pendant deux heures, afin de saturer leur suc cellulaire d'anhydride carbonique.

	Organes sains.			Organes parasités.		
	CO^2 gr. h.	O gr. h.	$\frac{CO^2}{O^2}$.	CO^2 gr. h.	O gr. h.	$\frac{CO^2}{O^2}$.
Mercurialis ambigua et *Melampsora pulcherrimum*..	0,1595	0,1642	0,97	0,3616	0,3803	0,95
	0,1425	0,1507	0,94	0,5777	0,5971	0,96
	0,1587	0,1587	1,00	0,2718	0,2812	0,96
Smyrnium Olusatrum et *Puccinia Smyrnii*............	0,1380	0,1925	0,71	0,1651	0,2195	0,75

(¹) NICOLAS, *De l'influence qu'exercent les Fumagines sur l'assimilation chlorophyllienne et la respiration* (*Rev. gén. Bot.*, t. 25, 1913, p. 385-395).

(²) *Nouvelles recherches sur les échanges gazeux des plantes vertes avec l'atmosphère.* Lib. Gauthier-Villars, 1913.

	Organes sains.			Organes parasités.		
	CO^2 gr. h.	O gr. h.	$\frac{CO^2}{O^2}$	CO^2 gr. h.	O gr. h.	$\frac{CO^2}{O^2}$
Rosa sempervirens et *Phragmidium Rosæ-sempervirentis*	0,1731	0,1869	0,92	0,4258	0,4535	0,93
Rosa (cultivé) et *Phragmidium subcorticium*	0,1893	0,1800	1,05	0,3060	0,2837	1,08
Anemone coronaria et *Puccinia Pruni*	0,1507	0,1450	1,03	0,3496	0,4290	0,81
	0,1530	0,1408	1,08	0,2937	0,3541	0,82
Malva nicæensis et *Puccinia Malvacearum*	0,3709	0,4943	0,75	1,3416	1,4957	0,89
	0,5525	0,6609	0,83	1,0064	0,9863	1,02
Kundmania sicula et *Puccinia Kundmaniæ*	0,2853	0,2992	0,95	0,3299	0,3963	0,87
Ranunculus macrophyllus et *Urocystis Anemones*	0,2085	0,2812	0,74	0,3238	0,3950	0,81
	0,1546	0,1720	0,89	0,2240	0,2588	0,86
Amygdalus communis et *Taphrina deformans*	0,3274	0,3125	1,04	0,4872	0,5717	0,84
Isatis Djurdjuræ et *Cystopus candidus*	0,5231	0,5621	0,93	0,6078	0,6377	0,95
Prasium majus et *Erysiphe lamprocarpa*	0,6201	0,8030	0,73	0,5022	0,6543	0,78
	0,7421	0,8591	0,86	0,6291	0,7997	0,78
Torilis nodosa et *Erysiphe communis*	0,4867	0,5472	0,89	0,2867	0,3868	0,74

Ces résultats expérimentaux, joints à ceux que j'ai obtenus avec les Fumagines, permettent de formuler les conclusions suivantes :

1° Intensité respiratoire. — Deux cas à considérer suivant la biologie du parasite : *a* (entophytes et subcuticulaires). *L'intensité respiratoire des organes parasités est plus élevée que celle des organes sains; b* (ectophytes vrais et ectophytes à suçoirs). *L'énergie respiratoire des organes parasités est inférieure à celle des organes sains.*

2° Quotient respiratoire. — *Le quotient respiratoire des organes parasités est tantôt sensiblement le même que celui des organes sains, tantôt plus faible, tantôt plus élevé.*

Essayons d'expliquer les conclusions relatives à l'intensité respiratoire en leur appliquant les résultats des recherches faites en collaboration avec Maige ([1]). Les entophytes (*Puccinia*, *Melampsora*, *Phragmidium*, *Urocystis*,

([1]) *Recherches sur l'influence des variations de la turgescence sur la respiration de la cellule* (*Rev. gén. Bot.*, t. 22, 1910, p. 409-422).

Cystopus) et les subcuticulaires (*Taphrina*) provoquent une hypertrophie et même une hyperplasie des cellules, ainsi qu'un afflux de substances nutritives, notamment hydrocarbonées, dont l'apparition fréquente d'anthocyane révèle l'abondance; en un mot, la présence du champignon, malgré l'exagération de la transpiration qui tend à contrebalancer l'augmentation de turgescence, et grâce à l'arrivée d'une grande quantité de matières hydrocarbonées dans les régions atteintes, réalise des conditions éminemment favorables à l'accroissement de l'énergie respiratoire. Les *Erysiphées*, ectophytes à suçoirs, semblent avoir principalement pour rôle de déshydrater les tissus, en même temps que leurs conidies, formant une couche plus ou moins épaisse à la surface des feuilles, sont susceptibles de gêner les échanges gazeux à la façon des Fumagines. Il n'y a pas lieu de s'étonner que, par suite de l'abaissement de turgescence, résultant d'une forte déshydratation des tissus et de l'entrave apportée dans les échanges gazeux par la couche superficielle de conidies, les feuilles parasitées par les *Oïdiums* aient une intensité respiratoire inférieure à celle des feuilles saines.

Pour $\frac{CO^2}{O^2}$, dans l'*Anemone coronaria*, on ne peut que faire remarquer que la baisse de ce quotient (1,03 et 0,81; 1,08 et 0,82) dans les organes parasités, charnus, est de même ordre que dans les feuilles *cloquées* de l'*Amygdalus*, où se développe de l'anthocyane; au contraire, dans les feuilles de Malva *rouillées*, où l'élévation de $\frac{CO^2}{O^2}$ est assez sensible, il ne faut pas oublier que l'Urédinée, parasite des Malvacées, ne produit que des téleutospores, organes de conservation et il y a peut-être lieu de se reporter ici aux observations de Mme Maige (¹), d'après lesquelles le gynécée aurait un quotient respiratoire supérieur à ceux de l'étamine et des feuilles. Les variations désordonnées de $\frac{CO^2}{O^2}$ dans les feuilles parasitées par les *Erysiphe* trouvent encore une explication dans nos expériences sur l'influence des variations de la turgescence; l'abaissement de turgescence provoqué par ces champignons entraîne, suivant son importance, soit une élévation (*Prasium :* 0,73 et 0,78), soit une diminution de $\frac{CO^2}{O^2}$ (*Prasium :* 0,86 et 0,78; *Torilis :* 0,89 et 0,74).

(¹) *Recherches sur la respiration des différentes pièces florales* (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 9e série, t. 14, et *Thèse de Paris*, 1911).

BOTANIQUE. — *Sur le temps que la chlorophylle met à se développer à son maximum d'intensité à la lumière.* Note de M. Henri Coupin, présentée par M. Gaston Bonnier.

Comme je le rappelais dans une Note récente [1], les plantules cultivées à une lumière d'intensité insuffisante ou intermittente sont vert clair, tandis que celles exposées pendant un temps suffisant aux rayons lumineux sont d'un vert plus ou moins foncé suivant les espèces et les organes considérés. Au sujet de ce dernier fait, on peut se demander *quel est le temps minimum nécessaire pour que cette teinte soit maximum*, question sur laquelle on ne possède que des données insuffisantes. Dans le but d'élucider ce problème, j'ai exposé à la lumière de jeunes plantules étiolées (élevées dans de l'eau de source) et noté le temps au bout duquel la teinte verte n'augmentait plus en intensité (les changements de teintes ont été notées avec un code de couleurs ou, ce qui est plus pratique, par comparaison avec des plantules déjà développées à la lumière depuis déjà plusieurs jours). J'ai, de la sorte, relevé les chiffres suivants pour les temps minima nécessaires pour que les plastides chlorophylliens fussent saturés de chlorophylle :

Feuilles.

	Jours.		Jours.
Vesce d'hiver	1	Fève	2
Maïs sucré	1	Haricot	3
Blé hybride des alliés	2	Févier d'Amérique	3
Capucine	2	Pois Michaux	4
Lentille	2		

Cotylédons.

	Jours.		Jours.
Luzerne	1	Potiron	2
Tomate	1	Belle-de-nuit	3
Radis	1	Cresson alénois	3
Scorzonère	1	Soleil	4
Épinard	1	Haricot	4 (?)
Chicorée	2	Ricin sanguin	4 (?)
Sarrasin	2	Févier d'Amérique	4
Carotte	2	Lupin blanc	5

---

(1) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 403.

Axes hypocotylés.

	Jours.		Jours.
Radis	3	Sarrasin	7
Soleil	4	Luzerne	8
Cresson alénois	4	Belle-de-nuit	10
Scorzonère	4	Tomate	14
Potiron	4	Chicorée	15
Lupin blanc	6	Épinard	ne verdissent pas
Carotte	6	Ricin sanguin	ne verdissent pas
Haricot	6	Févier d'Amérique	ne verdissent pas

Tiges.

	Jours.		Jours.
Capucine	4	Vesce d'hiver	6
Fève	5	Pois Michaux	7

Les chiffres ci-dessus ont été obtenus à Paris, durant les mois de janvier et de février (lumière diffuse; exposition Nord), mois où la clarté diurne est faible et ne dure guère qu'une dizaine d'heures; ils ne valent que pour les conditions dans lesquelles ils ont été obtenus et, par exemple, eussent été certainement moins élevés s'ils avaient été notés, soit dans le Midi, soit à Paris, dans les mois de printemps et d'été; tels qu'ils sont, cependant, ils permettent d'avoir une idée de l'ordre de grandeur du phénomène et de la manière de se comporter des différentes espèces les unes par rapport aux autres. Il n'y a pas d'ailleurs de conclusions générales à en tirer, mais seulement quelques remarques, qui, *a priori*, étaient presque évidentes, mais qu'il était bon de préciser, ne fût-ce qu'au point de vue documentaire :

1° *Le temps pour obtenir le verdissement maximum des* feuilles *et des* cotylédons *a varié de* 1 *à* 5 *jours, c'est-à-dire qu'il est assez faible;*

2° *Le temps pour obtenir le verdissement maximum des* axes hypocotylés *et des* tiges *a varié de* 3 *à* 15 *jours, c'est-à-dire qu'il est assez élevé;*

3° *Pour une même plante, les différents organes n'atteignent pas leur maximum de verdissement dans le même laps de temps;*

4° *Dans aucun cas, le verdissement maximum ne s'effectue* (dans les conditions, bien entendu, où les expériences ont été faites) *en moins d'une journée, c'est-à-dire en moins d'une dizaine d'heures de clarté.*

PHYSIOLOGIE. — *Modifications du testicule des oiseaux sous l'influence de la carence.* Note de M. P. Portier, présentée par M. Henneguy.

Malgré de nombreuses recherches, le mécanisme des accidents d'avitaminose est encore très obscur. On peut penser que l'examen précis des modifications histologiques et cytologiques qui se produisent dans les organes sous l'influence d'une nourriture exempte de vitamines apportera des renseignements utiles pour la solution de cette difficile question.

C'est cette étude méthodique que j'ai entreprise sur les organes de nombreux animaux en état de carence, que j'ai eus à ma disposition depuis quelques années.

J'apporte aujourd'hui les résultats concernant les testicules des pigeons qui réagissent nettement, comme on le sait, à une nourriture privée de vitamines.

Des recherches antérieures, celles de Loisel en particulier, nous ont appris que le testicule des oiseaux subit, pendant la saison hivernale, des modifications importantes, caractérisées par une réduction considérable de volume et par des modifications histologiques des canalicules spermatiques, dont le diamètre diminue beaucoup et dont l'épithélium subit une régression très marquée, de sorte qu'il cesse d'élaborer des spermatozoïdes. Il importe donc, si l'on veut étudier l'action d'une nourriture dévitaminisée sur le testicule des oiseaux, de partir d'un état bien défini de cet organe.

Afin d'avoir toute certitude à cet égard, on a procédé de la manière suivante dans un certain nombre d'expériences. Le pigeon étant anesthésié à l'éther, on lui ouvre l'abdomen et l'on prélève pour l'examen histologique une partie du testicule droit, qui est plus facilement accessible que le gauche. On referme ensuite l'animal, qui supporte très facilement cette opération. Après quelques jours de régime normal pour permettre à l'oiseau de se rétablir, on le soumet à une nourriture dévitaminisée. Il est ensuite sacrifié à un état plus ou moins avancé de carence. Un nouvel examen histologique révèle les modifications qui se sont produites dans la glande. L'étude du testicule gauche permet d'éliminer l'influence du traumatisme.

Résultats : 1° *Pigeons de la saison d'été.* — Le testicule est alors en pleine élaboration de spermatozoïdes. Au bout d'une quinzaine de jours de nour-

riture aux graines stériles, on constate que les modifications de la glande deviennent sensibles. Le tissu conjonctif qui entoure les canalicules commence à se développer, mais les canalicules ont encore à peu près conservé leur diamètre normal. On trouve encore des spermatozoïdes dans un certain nombre de canalicules, mais il existe une sorte de bouleversement de la glande qui paraît tenir à ce que le travail de la spermatogenèse est troublé. Beaucoup de spermatides semblent arrêtées dans leur évolution et quelques-unes présentent des phénomènes de dégénérescence plus ou moins accentués.

Le pigeon ayant été refermé, on continue la carence, et on le sacrifie 25 jours plus tard, soit 40 jours comptés depuis le début de l'expérience. Les modifications sont maintenant très accentuées. Le tissu conjonctif ayant pris un développement considérable, il enserre les canalicules dont le diamètre est très diminué; quelques-uns ne mesurent plus que 42^{μ}, tandis que leur diamètre normal est, chez le pigeon, de 300^{μ} environ. Les cellules interstitielles qui s'étaient beaucoup développées commencent à être, elles aussi, étouffées par le tissu conjonctif. Les canalicules ne présentent plus aucune trace de spermatozoïdes, ils ont tous été détruits *in situ* comme le montrent très nettement des testicules examinés au bout de 25 à 30 jours de carence. Le canalicule ne contient plus que des spermatogonies et des spermatocytes dont beaucoup présentent des noyaux en synapsis; enfin, au centre du canalicule, on trouve souvent des amas de cellules dont les noyaux sont dans un état de dégénérescence plus ou moins avancé.

2° *Pigeons d'hiver.* — Dans ce cas, nous partons d'un testicule déjà modifié par l'involution saisonnière et qui ne contient plus de spermatozoïdes. Les transformations produites par la carence sont donc moins frappantes que pour le testicule d'été, mais un examen attentif révèle qu'elles sont cependant très nettes. Au bout de 23 jours de nourriture dévitaminisée, le tissu conjonctif s'est beaucoup développé; comme dans le cas précédent, il étouffe les cellules du tissu interstitiel et les canalicules. Ceux-ci ne contiennent plus que des spermatogonies disposées sur un seul rang; on observe aussi souvent dans leur lumière une desquamation intense qui donne lieu à un amas de cellules et de noyaux en dégénérescence.

En résumé, la privation de vitamines produit des modifications importantes du testicule qui sont caractérisées essentiellement par un arrêt dans le fonctionnement de la glande et par des phénomènes d'involution qui

aboutissent d'abord au ralentissement, puis à l'arrêt de la spermatogenèse, enfin à la résorption des spermatozoïdes, des spermatides, et de nombreux noyaux. C'est ce phénomène de reprise par l'organisme de la chromatine qui nous semble de beaucoup le plus important, car la carence nous paraît être caractérisée essentiellement par le déficit dans les aliments de composés nucléiniques sous une forme spéciale.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le prétendu pouvoir dynamogène de l'alcool.* Note (1) de M. **J. Athanasiu**, présentée par M. Charles Richet.

Tous les physiologistes ne partagent pas la même opinion en ce qui concerne la valeur dynamogène de l'alcool. Suivant Rossi (2), Destrée (3), Partridge (4), Scheffer (5), Lée (6), Helsten (7), Hoogenhuyze et Nieuwenhuyze (8), etc., la puissance des muscles serait d'abord légèrement augmentée et ensuite diminuée par l'alcool; suivant Stewart (9), Schunburg (10), Glück (11), Alberti et Tumiati (12), Féré (13), Chauveau (14), Schnyder (15), Rosemann (16), Durig (17), etc. Cette puissance serait, au contraire, diminuée dès le commencement, après l'ingestion de l'alcool. Il ne peut pas réparer non plus l'usure produite par la fatigue dans les ascensions sur les montagnes, Barkau, Giuliani, Higgins, Signorelli et Viale (18).

---

(1) Séance du 15 mars 1920.
(2) Rossi, *Archives italiennes de Biologie*, t. 23, 1895, p. 25.
(3) Destrée, *Le mouv. hyg.*, nos 11-12, 1897.
(4) Partridge, *Amer. Journ. of Psychol.*, vol. 11, 1900.
(5) Scheffer, *Arch. f. exper. Pathol.*, vol. 44, 1900.
(6) Lée, *Congr. Physiol.*, Turin, 1901.
(7) Helsten, *Verhand. d. Versaml. Nord. Nat.*, Helsingfors, 1902.
(8) Hoogenhuyze et Nieuwenhuyze, *Kon. Akad. Wetensch.*, Wieens, 1913.
(9) Stewart, *Amer. Journ. of Physiol.*, vol. 1, 1898.
(10) Schunburg, *Arch. f. Physiol.*, Suppl. Bd, 1899, p. 289.
(11) Glück, *Münch. med. Woch.*, 1899, p. 1365.
(12) Alberti et Tumiati, *Riv. d. Psych.*, t. 39, 1912, p. 25.
(13) Féré, *Comptes rendus Soc. Biol.*, 1900.
(14) Chauveau, *Comptes rendus*, t. 132, 1901, p. 65.
(15) Schnyder, *Arch. f. ges. Physiol.*, Bd 93, 1903, p. 451.
(16) Rosemann, *Arch. f. ges. Physiol.*, Bd 100, 1903, p. 348.
(17) Durig, *Arch. f. ges. Physiol.*, Bd 113, 1906, p. 341.
(18) Barkau, Giuliani, etc., *Arch. di Fisiol.*, vol. 12, 1914, p. 277.

Nous avons étudié l'action de l'alcool sur le travail volontaire des muscles et nous avons inscrit dans ce but, simultanément, le nombre des vibrations nerveuses volontaires, reçues par le muscle, et sa force de contraction.

Technique. — Nos expériences ont porté sur les muscles de l'avant-bras, fléchisseurs des doigts. On inscrit le courant d'action de ces muscles, à l'aide du galvanomètre à corde et des électrodes spéciales (zinc et sulfate de zinc) en assurant l'humidité nécessaire à la surface de la peau où repose l'électrode. Comme il est bien démontré que le courant d'action des muscles suit très exactement le rythme de l'excitant qui les a mis en fonction, l'influx nerveux dans notre cas, il s'ensuit que la courbe du premier nous donne une image assez fidèle du dernier.

La force des muscles est mesurée à l'aide d'un dynamomètre médical, habituel, que la personne en expérience serre dans la main qui porte les électrodes. L'effort qu'elle donne doit être maximal.

Les deux opérations, mesure de la force musculaire et enregistrement des vibrations nerveuses, sont synchrones. Elles ont lieu toutes les 10 et 15 minutes, pendant une heure jusqu'à une heure et demie, après l'ingestion de l'alcool.

Comme boisson alcoolique, nous avons employé l'alcool absolu, à la dose de 30^{cm^3} étendu avec 3^{vol} d'eau.

Nous résumons dans le Tableau suivant les moyennes des expériences faites sur cinq personnes. Comme le nombre des vibrations nerveuses volontaires n'est pas fixe, même à l'état normal, on est obligé de prendre les maxima et les minima, aussi bien avant qu'après l'alcool.

Personnes en expérience.		Nombre des vibrations nerveuses par seconde. Maxima.	Minima.	Dynamomètre.
I. R.	Avant l'alcool	51	57	28 kg
	Après »	48	41	26
S. N.	Avant l'alcool	54	47	38
	Après »	49	41	32
I. N.	Avant l'alcool	53	49	31
	Après »	50	47	26
N. D.	Avant l'alcool	60	51	35
	Après »	51	45	31
S. T.	Avant l'alcool	53	50	45
	Après »	50	44	36

Le nombre des vibrations que les centres nerveux envoient aux muscles et la force de contraction de ceux-ci ont une tendance manifeste à diminuer sous l'influence de l'alcool, sans que l'on puisse constater, à un moment quelconque après son ingestion, une phase d'accroissement. Ces résultats

viennent donc à l'appui des expériences mentionnées plus haut et apportent une nouvelle preuve que l'alcool n'est pas un aliment utilisable par l'organisme. Ne pouvant pas s'incorporer au protoplasma vivant comme l'albumine, la graisse et le sucre, il reste une substance étrangère pour lui, avec action toxique, paralysante, sur le système nerveux en première ligne. De là toute la série d'illusions que l'alcool procure :

a. Illusion d'échauffement par la paralysie des centres vaso-moteurs, d'où l'afflux du sang dans le tégument, dont la température s'élève, il est vrai, mais aux dépens de la chaleur interne qui baisse;

b. Illusion de force plus grande par la paralysie des centres inhibiteurs de la motilité;

c. Illusion de vitesse plus grande dans le processus de l'idéation par la paralysie du système de freinage psychique.

PHYSIOLOGIE. — *Action de la sécrétine sur le métabolisme.* Note (¹) de MM. **J.-E. Abelous** et **L.-C. Soula**, présentée par M. Charles Richet.

La sécrétine a une action beaucoup plus générale que celle qui lui a été attribuée jusqu'à présent. Nos recherches montrent que son influence s'exerce sur la plupart des tissus pour en accroître l'activité chimique et particulièrement pour mobiliser les réserves nutritives intra-cellulaires.

1° *La sécrétine active les processus d'autolyse.* — L'autolyse est notablement accrue pour les tissus prélevés sur l'animal quelques instants après une injection intraveineuse de sécrétine ou, ce qui revient au même, après injection dans le duodénum d'une certaine quantité d'acide chlorhydrique à 4 pour 1000.

La marche et l'intensité de l'autolyse peuvent être appréciées par le dosage de l'azote total, de l'azote des polypeptides et de l'azote des acides aminés, en établissant le rapport de l'azote total à l'azote des polypeptides et à l'azote aminé (coefficient de protéolyse), le rapport de l'azote total à l'azote des acides aminés (coefficient d'aminogénèse).

Nos expériences ont porté sur le foie et la rate. Sur un chien anesthésié au chloralose, on prélevait un fragment de foie et de rate dont on déterminait ces coefficients.

(¹) Séance du 15 mars 1920.

On prélevait un nouveau fragment, qu'on abandonnait à l'autolyse à 39° en présence de toluène et de chloroforme.

Puis on faisait soit une injection intraveineuse de sécrétine, soit une injection acide dans le duodénum. Un quart d'heure après, on prélevait un nouveau fragment d'organe qu'on abandonnait à l'autolyse dans les mêmes conditions. Les lots étaient maintenus dans l'étuve pendant 8 jours.

Pour la rate, avant l'action de la sécrétine, le coefficient de protéolyse est passé de

10 à 34 pour 100 + 24 pour 100;

le coefficient d'aminogénèse, de

4,5 à 14,7 pour 100 + 10,2 pour 100.

Après l'action de la sécrétine, le coefficient de protéolyse est passé de

8,1 à 40 pour 100 + 31,9 pour 100;

le coefficient d'aminogénèse, de

3,8 à 19,3 pour 100 + 15,5 pour 100.

Le foie, dans les mêmes conditions, nous a donné un accroissement du coefficient d'aminogénèse de 8,3 pour 100 avant l'action de la sécrétine et de 11,2 pour 100 après.

Donc, sous l'influence de la sécrétine, l'autolyse est notablement accrue.

2° *Élimination urinaire d'azote et de matières minérales.* — On recueille l'urine d'une chienne chloralosée au moyen d'une sonde intra-vésicale, pendant une demi-heure. On fait une injection d'acide dans le duodénum et, un quart d'heure après, on recueille à nouveau les urines pendant trente minutes.

On dose l'extrait sec, les cendres, l'azote total et l'azote uréique de ces deux urines et l'on établit le rapport azoturéique.

	Avant l'injection d'acide.	Après l'injection d'acide.		
Quantité d'urine	$3^{cm^3},8$	3,15	—	$0^{cm^3},65$
Extrait sec pour 1000	64,082	102,325	+	$38^g,243$
Azote uréique	12,702	15,941	+	$3^g,249$
Azote total	14,140	19,040	+	$4^g,900$
Cendres pour 100	35,440	39,534	+	$4^g,094$
Rapport azoturéique	0,898	0,837		

La désassimilation azotée est donc manifestement accrue, ainsi que le résidu sec et les matières minérales de l'urine.

3° *Échanges respiratoires.* — L'action stimulante de la sécrétine sur les échanges nutritifs se marque aussi par des modifications des échanges respiratoires.

Un chien de 5^{kg}, chloralosé, présente après action de la sécrétine une ventilation pulmonaire 2,2 fois plus forte, une élimination d'acide carbonique 2,8 fois plus grande et un accroissement de 2,3 pour la consommation d'oxygène (1).

Le quotient respiratoire $\left(\frac{CO^2}{O^2}\right)$ passe de 0,750 à 0,909, et cet accroissement indique une consommation plus grande des hydrates de carbone. Il est à noter que ces modifications se produisent malgré l'immobilité complète de l'animal et sans que l'on ait constaté un accroissement du péristaltisme intestinal, à la suite de l'injection d'acide. Seule l'activité sécrétoire du pancréas et du foie pourrait entrer en ligne de compte.

4° *Accroissement de la glycémie.* — Au reste, cette augmentation des combustions et du quotient respiratoire cadrent bien avec l'augmentation de la teneur en glucose du sang des veines sushépatiques que nous avons constatée :

	Avant l'injection d'acide.	Un quart d'heure après.	
Glucose pour 1000^g de sang..........	1^g,400	1^g,900	+ 0^g,500

Si parallèlement on dose le glycogène hépatique on trouve :

	Avant l'action de la sécrétine.	Après.	
Glycogène pour 100^g de foie.........	2^g,879	0^g,963	— 1^g,916

Ainsi l'action de la sécrétine a pour effet d'accroître les phénomènes d'autolyse, la désassimilation azotée, l'élimination numérale urinaire, d'augmenter les échanges respiratoires et le quotient respiratoire, la glycémie hépatique et de diminuer la teneur du foie en glycogène. Tous ces phénomènes variant dans le même sens indiquent une suractivité du métabolisme. La sécrétine nous apparaît comme l'hormone chargée de libérer les réserves nutritives intra-cellulaires pour faire place aux réserves nouvelles que vont constituer les produits de l'élaboration digestive.

---

(1) La mesure des échanges respiratoires a été faite par M. Lafon, professeur de physiologie à l'École vétérinaire de Toulouse, que nous voulons remercier de son précieux concours.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la formation de la boue activée.* Note de M. F. **Diénert**, présentée par M. Schlœsing.

Depuis trois années que nous étudions l'épuration des eaux d'égout par les boues activées, nous avons obtenu un certain nombre de résultats qu'il nous paraît intéressant de résumer actuellement.

Il est logique de penser que, pour avoir une idée aussi exacte que possible de l'action de ces boues, il faut d'abord étudier la façon permettant de leur donner leur activité.

Pour obtenir une boue activée, on fait barboter de l'air pendant un certain temps dans une eau d'égout; on laisse ensuite reposer celle-ci, on la soutire et on la remplace par de l'eau nouvelle dans laquelle on fera barboter à nouveau de l'air. On continue pendant plusieurs jours les mêmes opérations jusqu'au moment où, pendant un barbotage d'air de 5 heures consécutives, on peut transformer 20^{mg} d'azote ammoniacal en azote nitrique ou nitreux par litre. Le temps nécessaire pour aboutir à ce résultat peut être appelé *période d'activation.*

Celle-ci dépend de l'eau employée, de la quantité d'air, de la température de l'eau.

Avec de l'eau d'égout de Paris et en faisant barboter de l'air pendant 4 heures chaque fois dans les conditions qui viennent d'être indiquées, cette période d'activation a été de deux mois environ. En augmentant, dans chaque série des opérations, la durée du barbotage de l'air, ou en ajoutant du carbonate de chaux, on active plus rapidement la boue.

On peut préparer des boues activées au moyen d'autres eaux que l'eau d'égout. Avec de l'eau de la rivière d'Ourcq, prélevée au robinet de notre laboratoire et à laquelle nous ajoutions chaque fois 20^{mg} de AzH^3, la période d'activation a été de un mois, en opérant comme avec l'eau d'égout, mais en faisant barboter l'air pendant 48 heures à chaque opération.

En utilisant l'eau du puits de l'Institut Pasteur, additionnée également de 20^{mg} de AzH^3 et de 5^g de carbonate de chaux, nous avons obtenu un dépôt activé après une période d'activation de 15 jours, en utilisant toujours la même technique, mais avec des barbotages d'air de 24 heures seulement.

Avant d'être activée, la boue d'eau d'égout n'a à peu près aucune action sur l'eau dans laquelle elle se forme. Voici deux analyses faites, à cinq jours d'intervalle, avant le jour et le jour même où la boue est activée :

Éléments dosés.	Eau cinq jours avant l'activation de la boue (¹) en milligrammes par litre		Eau le jour où la boue devient active en milligrammes par litre	
	avant soufflage d'air.	après 4 heures de soufflage d'air.	avant soufflage d'air.	après 4 heures de soufflage d'air.
Azote nitrique......	3,0	3,7	2,4	12,0
Azote ammoniacal...	14,9	14,0	16,2	1,0

Les boues, analysées au même moment, donnèrent les résultats suivants :

Éléments dosés en milligrammes par gramme de boue sèche.	5 jours avant l'activation après une période d'activation de 58 jours.	Le jour où les boues deviennent activées après 63 jours comme période d'activation.
Azotate total............	36,4	31,5
Azote ammoniacal........	1,3	1,5

L'activation apparaît donc, dans les boues de l'eau d'égout, assez brusquement.

Dans l'expérience faite avec l'eau du puits de l'Institut Pasteur, c'est une fermentation nitreuse qui s'est établie après la période d'activation. L'acide nitrique n'est apparu que plusieurs semaines après l'activation des boues. Là encore, nous avons observé que le dépôt s'active assez subitement. La période d'activation était déjà de 11 jours, et chaque fois, après 24 heures d'aération, nous retrouvions tout l'ammoniac introduit (20^{mg}) quand, brusquement, le douzième jour nous constatâmes la disparition de tout l'ammoniac et sa transformation en azote nitreux.

En résumé, on peut obtenir avec toutes les eaux des dépôts activés après une période d'activation plus ou moins longue.

Tout se passe comme nous l'avons constaté antérieurement soit dans l'accoutumance d'une levure à un sucre, soit dans l'acclimatation à un antiseptique. Pendant plusieurs jours, les organismes paraissent inactifs et laissent leurs aliments inaltérés, puis brusquement ils manifestent leur activité qui croît alors très rapidement. Ainsi, avec les boues du puits de l'Institut Pasteur, tandis que le 13 juin, jour tout proche de l'activation, il ne disparaissait que 20^{mg} d'ammoniac en 24 heures, cette disparition atteignait 100^{mg} le 17 juin et 200^{mg} le 22 juin, maximum qui ne fut jamais dépassé par la suite.

(¹) Après une période d'activation de 56 jours.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Nouvelles observations sur la production biochimique de l'acide pyruvique*. Note de MM. A. **Fernbach** et M. **Schoen**, présentée par M. E. Roux.

L'un de nous a montré antérieurement (¹) que l'acidité produite par la levure au cours de la fermentation alcoolique tend vers un chiffre maximum qui dépend de la réaction initiale du milieu. De là l'idée que la production des acides se trouverait exagérée en présence d'une substance capable de supprimer, en les neutralisant, l'action inhibitrice de ces corps.

L'exactitude de cette hypothèse se trouve démontrée lorsqu'on fait vivre la levure dans un milieu sucré, en présence de craie. De plus, nous avons pu montrer que, dans ces conditions, une fraction importante des acides formés est de l'*acide pyruvique*, qui a ainsi été obtenu pour la première fois par un processus biochimique (²).

Le maintien du milieu de culture au voisinage de la neutralité s'est montré, dans nos expériences, une condition essentielle de la production de l'acide pyruvique aux dépens du sucre.

Voici, à titre d'exemple, les résultats de deux séries de cultures de mycolevure, conduites parallèlement à 30°, A avec craie et B sans craie. Le milieu employé est le liquide minéral dont nous avons donné antérieurement la composition. A divers stades de la culture, on dose l'alcool, et l'on évalue les acides formés, dans la série A par la chaux entrée en solution, et dans la série B par la chaux que dissout le liquide lorsqu'on l'agite avec la craie, le dosage étant dans les deux cas précédé de l'élimination de la chaux qui se trouve à l'état de bicarbonate.

Cultures de 100$^{cm^3}$ *renfermant* 4^g,78 *de glucose.*

Durée.		Sucre consommé *a*.	Alcool. *b*.	Rapport $\frac{a}{b}$ pour 100.	Ca O.	Rapport $\frac{\text{sucre}}{\text{Ca O}}$ pour 100.
		g	g		g	
5 jours.	A....	4,78	0,98	20,5	0,355	7,4
	B....	3,80	1,16	31,1	0,102	2,6
10 jours.	A....	4,78	0,84	17,6	0,375	7,8
	B....	4,78	1,08	22,6	0,093	1,9
24 jours.	A....	4,78	0	»	0,288	6,03
	B....	4,78	traces	»	0,085	1,8

(¹) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 77.

(²) *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 1478, et t. 158, 1914, p. 1719.

L'acide pyruvique a été évalué par la quantité d'iodoforme que ce corps et ses sels fournissent à froid, en milieu alcalin, au contact d'une solution d'iode. Les cultures de la série A donnent toutes les réactions de l'acide pyruvique et fournissent, après élimination des corps volatils : 2g,216 d'iodoforme après 5 jours; 2g,446 après 10 jours; 1g,1 après 24 jours; tandis qu'avec les cultures de la série B, neutralisées et traitées de même, on n'obtient que des traces infimes d'iodoforme (1).

La levure de Champagne donnent des résultats du même ordre, sauf que les quantités d'acide pyruvique sont notablement inférieures.

On voit que la présence de craie dans les cultures n'a pas seulement pour effet une augmentation considérable des acides produits; elle provoque en outre la formation d'un corps nouveau, l'acide pyruvique, dont nous n'avons pu observer la production à aucun moment lorsque la culture peut s'acidifier. Le changement de la réaction agit donc à la fois sur la *nature* et sur les *proportions relatives* des produits formés.

Ce changement profond des propriétés physiologiques de la levure n'est pas un fait isolé dans l'étude des infiniment petits. La production de la toxine diphtérique en a depuis longtemps fourni un exemple frappant : cette toxine n'apparaît dans les cultures en quantité appréciable que lorsque le milieu est alcalin; sa production est empêchée par une acidité même ménagée, obstacle dont le bacille peut triompher lui-même si l'on n'a pas pris soin de donner au milieu, dès l'origine de la culture, l'alcalinité nécessaire (2).

Toutefois, la réaction du milieu n'est pas le seul facteur qui commande la production de l'acide pyruvique. En effet, si au lieu d'un milieu minéral on se sert d'un milieu sucré plus complexe, comme le moût de bière, on n'observe pas la formation d'acide pyruvique, même en présence de craie. Il en est de même avec l'*Amylomyces Rouxii;* ce mucor qui, dans notre milieu minéral, a fourni, en présence de craie, notablement plus d'acide pyruvique que les levures, n'en donne pas lorsqu'on le cultive en présence de craie sur un moût de maïs, milieu habituellement employé en distillerie pour la culture de cet organisme.

La production de l'acide pyruvique dans des conditions bien définies

(1) Les chiffres du Tableau ci-dessus appelleraient un certain nombre d'observations qui ne peuvent trouver place ici et que nous nous réservons d'exposer ailleurs.

(2) E. Roux et A. Yersin, *Ann. Inst. Pasteur,* t. 2, 1888, p. 629. — L. Martin, *Ibid.*, t. 12, 1898, p. 26, et expériences inédites de MM. Martin et Loiseau que les auteurs ont bien voulu nous communiquer.

n'est pas limitée à l'action des levures et de certains mucors, pas plus d'ailleurs que les sucres ne sont la seule source hydrocarbonée aux dépens de laquelle cet acide peut prendre naissance ([1]).

En effet, M. Mazé a montré récemment, à la suite de travaux publiés en collaboration avec M. Ruot ([2]), qu'un certain nombre de bactéries sont capables de produire de l'acide pyruvique non seulement aux dépens du *sucre*, mais aussi à partir de l'acide lactique ou des lactates. D'autre part, MM. Beijerinck et Folpmers ([3]) ont obtenu de l'acide pyruvique en faisant agir diverses bactéries sur les acides malique et fumarique ou sur leurs sels de calcium. L'accroissement du nombre des processus biochimiques qui donnent naissance à de l'acide pyruvique justifie donc l'importance de plus en plus grande qu'on attribue à ce corps.

Il semble prématuré de discuter actuellement le mécanisme de sa production aux dépens du sucre et de vouloir décider si sa formation doit nécessairement être précédée de celle de l'acide lactique, dont il dériverait par oxydation, surtout depuis qu'il est établi que l'acide pyruvique peut être obtenu par voie biochimique aux dépens de *divers* acides organiques. Cependant nous tenons à indiquer ici, pour en faire l'objet d'une publication ultérieure plus détaillée, que parmi les acides produits par la levure, dans les conditions où se forme l'acide pyruvique, nous avons pu, en dehors de ce dernier acide, constater la présence de quantités notables d'acide lactique.

MÉDECINE. — *Rôle du bétail et de la basse-cour dans la défense contre la malaria.* Note de M. **Jean Legendre**, présentée par M. E. Roux.

La fièvre paludéenne étant une maladie des campagnes, il est important, en vue de la prophylaxie, de connaître les conditions de la vie rurale qui peuvent favoriser ou entraver sa propagation.

([1]) Entre autres affirmations, que nous discuterons ailleurs, M. Kerb (*Berichte*, t. 52, 1919, p. 1795) a récemment révoqué en doute la production par la levure d'acide pyruvique qu'il attribue à l'action de bactéries. Ainsi que nous l'avons signalé dans nos Notes antérieures, nous avons toujours opéré avec de la levure *pure se multipliant* dans des milieux stériles, et non avec des doses massives de levure commerciale.

([2]) *C. R. Soc. Biol.*, t. 79, 1916, p. 706; t. 80, 1917, p. 336; t. 81, 1918, p. 1150.

([3]) *Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, Proceed.*, t. 7, 1916, p. 119.

Grassi, Celli, Gasperini, divers auteurs anglais et américains, Roubaud [1] ont noté l'attraction exercée par les animaux domestiques sur les anophélines.

Dès 1908 [2], j'ai mis en évidence le rôle de protection du cheval vis-à-vis de l'homme.

« La nuit, les anophélines abondaient dans l'écurie et piquaient mon *cheval* (baie-brun) avec acharnement, ils étaient rares dans ma chambre à coucher située 10^m plus loin. »

L'espèce anophélienne en cause était *A. sinensis*.

En 1910, à Hanoï (Tonkin), j'écrivais [3], en insistant sur la protection exercée par les animaux domestiques à l'égard de l'homme : « Les anophélines sont en proportion plus considérable qu'on ne pourrait le croire en se bornant à les rechercher dans les salles de malades et dans les habitations privées....

» A l'hôpital, en portant mes investigations du côté des écuries où sont logés des chevaux et des buffles, j'ai pu capturer chaque jour de 28 à 30 anophèles gorgés. »

Il s'agissait de *Myzorynchus pseudopictus, M. punctulatus*, *Myzomia Rossi* (Mathis et Léger).

De nouvelles observations faites en France en 1913, à Seugnac, près Pons, sont encore plus précises.

Dans la matinée du 8 mai, j'ai observé au-dessus du box d'une jument bai-brun quelques anophélines venant de faire un repas de sang. De l'autre côté de la cloison, dans une étable habitée par plusieurs *vaches*, la plupart *noires et blanches*, les moustiques, des ♀, sont plus nombreux que dans l'écurie.

Dans le *poulailler* où logent des poules et des canards, des poussins et des canetons récemment éclos, une exploration attentive ne décèle *aucun moustique*.

En revanche, à quelques mètres de là, des cages construites comme le poulailler, où vivent des *lapins* gris, sont *pleines d'anophélines*, j'en cueille 30 dont 29 sont des ♀. Tous ces moustiques reposent au plafond de la cage, à 20^{cm} des lapins qu'ils ont piqués.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 483.
(2) *Bull. Soc. path. exot.*, 1908, p. 227.
(3) *Bull. méd. chir. de l'Indo-Chine*, 13 mars 1910, p. 164.

Dans trois étables voisines, habitées par des *porcelets*, dont la peau semée de poils rares est très accessible à la trompe des culicides, j'ai compté à grand'peine 3 anophélines gorgées que je présume s'être nourries sur les porcs que le *voisinage des lapins a certainement préservés d'autres piqûres*.

Les anophélines en cause, très probablement *A. maculipennis* (¹), recherchent donc comme aliment le sang des mammifères de quatre ordres différents : équidés, bovidés, suidés, rongeurs, avec une préférence marquée pour le sang des rongeurs.

Pendant que ces animaux sont fortement piqués, l'habitation, située à moins de 100^{m}, où logent 16 personnes parmi lesquelles 6 enfants dont 2 en bas âge, est complètement indemne de moustiques, aussi bien de culicinés que d'anophélines.

En mai je fis à plusieurs reprises les mêmes constatations.

Des trois ♀ d'anophélines récoltées pour la détermination spécifique, l'une a pondu des œufs qui ont donné des larves, ce qui prouve qu'elle était fécondée.

Sur les bords du lac Itasy (Madagascar) j'ai vu à 5^{h} du matin deux jeunes porcs se débattant contre les piqûres d'anophélines, alors qu'une vingtaine d'indigènes se tenaient accroupis à 5^{m} ou 6^{m} de là. Il est évident qu'on doit considérer l'effectif moustiques au regard des effectifs humain et animal en un lieu donné; celui des premiers est innombrable dans les districts rizicoles.

Quant aux gallinacés et palmipèdes domestiques, aux colonies comme en France, j'ai toujours observé que les moustiques, non seulement ne cherchent pas à les piquer à travers leur matelas de plume, mais encore évitent de déposer leur ponte dans des récipients contenant l'eau de boisson ou d'ablution destinée à ces volatiles.

De l'ensemble des recherches que j'ai effectuées systématiquement depuis 1907, il résulte que certains animaux domestiques jouent un rôle de premier ordre dans la protection de l'homme contre les piqûres de moustiques.

En ce qui concerne la France, du moins les régions à *A. maculipennis*, la protection par le lapin domestique est particulièrement intéressante, puisque l'élevage de ce rongeur est à la portée de tous.

La protection par les grands mammifères domestiques ne peut être

---

(¹) Détermination spécifique confiée à E. Roubaud qui n'a jamais reçu mon envoi.

réalisée que dans certaines conditions de la vie agricole ou rurale, les exploitations à bétail abondant devant être les mieux défendues.

A l'inverse des animaux domestiques à poils, ceux à plumes ne sont donc, dans les pays où j'ai effectué mes recherches, d'aucune protection pour l'homme contre les affections transmissibles par les moustiques.

Autant que les qualités physiologiques du sang d'une espèce animale, l'absence ou la faiblesse de ses moyens de défense naturels doivent faire qu'elle est plus recherchée que d'autres par les culicides. Un équidé à la queue et à la crinière coupées à l'anglaise se défendra moins bien qu'un autre qui les aura longues; la queue du bœuf lui tient lieu de chasse-moustiques aussi bien que de chasse-mouches, à condition qu'il sente la piqûre; la brièveté de l'appendice caudal des lapins et des porcs laisse exposée à l'attaque des moustiques la totalité de la surface du corps de ces animaux.

La protection zoobiologique de l'homme contre le fléau paludéen doit combiner la défensive par l'emploi des animaux, pièges vivants qui retiennent les moustiques, et l'offensive par l'utilisation des ennemis naturels de ces insectes, en particulier des poissons, qui en détruisant dans l'eau beaucoup de larves de culicides, protègent en même temps l'homme et les animaux.

M. Eugène Mesnard adresse une Note intitulée : *Les vagues d'énergie de la terre*.

La séance est levée à 16 heures et demie.

É. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de décembre 1919.

Lavoisier et ses continuateurs. Conférence faite à Strasbourg, le 20 novembre 1919, par Charles Moureu. Extrait du volume de l'année 1919 des conférences de l'*Association française pour l'avancement des sciences.* Paris, 1919; 1 fasc. 24^{cm}.

Abrégé d'histoire générale. Essai sur le passé de l'homme et des sociétés humaines, par Charles Richet. Paris, Hachette, 1919; 1 vol. $21^{cm},5$.

Notes ptéridologiques, fasc. VIII, par le Prince Bonaparte. Paris, chez l'auteur, 1919; 1 vol. 23^{cm}.

En Alsace, par le Prince Bonaparte. Extrait du journal *Le Figaro* du 26 septembre 1919. Paris, chez l'auteur, 1919; 1 fasc. 21^{cm}.

Manuel pratique de météorologie, par J. Rouch. Paris, Masson, 1919; 1 vol. 22^{cm}.

Ministère de la guerre. Service géographique de l'armée. Direction de l'artillerie. *Traité des effets explosifs*, par Gossot et R. Liouville. Tome I : *Principes généraux; Effets dans les mines;* tome II : *Effets balistiques des poudres sans fumée dans les bouches à feu;* tome III : *Manuel du praticien;* fasc. 1 : *Tables;* fasc. 2 : *Types de calculs; Note sur un terme correctif dans les formules des vitesses et des pressions.* Paris, Imprimerie nationale, 1919; 4 vol. $28^{cm},5$. (Présenté par M. Vieille.)

Le radium. Interprétation et enseignement de la radioactivité, par Fr. Soddy, traduit de l'anglais par A. Lepape. Paris, Alcan, 1919; 1 vol. $18^{cm},5$. (Présenté par M. Ch. Moureu.)

La réorganisation de l'industrie chimique en France, par Eugène Grandmougin et Paul Grandmougin. Paris, Dunod et Pinat, 1918; 1 vol. 25^{cm}.

Un voyage géologique en Sicile en 1781. *Notes inédites de Dolomieu*, par Alfred Lacroix. Extrait du *Bulletin de la section de géographie.* Paris, Imprimerie nationale, 1919; 1 vol. 25^{cm}.

La verte vieillesse, par A. Lacassagne. Lyon, A. Rey, 1919; 1 vol. 21^{cm}. (Présenté par M. Widal.)

Documentos das chancelarias reais, anteriores a 1531, *relations a Marrocos*, publicadoa per ordem da Academia das sciências de Lisboa e sob a direcção de Pedro de Azevedo; tomo I : 1415-1450. Lisboa, 1915; 1 vol. $32^{cm},5$.

ERRATA.

—

(Séance du 2 février 1920.)

Note de M. *C. Gessard*, Sur les bacilles pycianoïdes :

Page 298, deuxième ligne de la Note, *au lieu de* représentant, *lire* représentants.

(Séance du 16 février 1920.)

Note de MM. *A. Guillet* et *M. Aubert*, Électromètre absolu bisphérique. Calcul numérique de ses caractéristiques :

Page 386, ligne 7, formules (4), *lire*

$$M_a = a\left(V\sum\frac{1}{U_{2n}} - v\sum\frac{1}{U_{2n+1}}\right),$$

$$M_b = a\left(v\sum\frac{1}{U_{2n}} - V\sum\frac{1}{U_{2n+1}}\right).$$

Page 387, ligne 15, *lire* le dénominateur de la formule

$$\left[\sum\frac{1}{U_{2n}} - \sum\frac{1}{U_{2n+1}}\right]^2.$$

(Séance du 23 février 1920.)

Note de M. *Henri George*, Un nouvel arc à mercure à courant alternatif :

Page 458, ligne 2, *au lieu de* Georges, *lire* George.

(Séance du 1er mars 1920.)

Note de M. *A. Rateau*, Sur l'altitude de vol qui correspond au minimum de consommation kilométrique :

Page 491, formules (1) et (3), *au lieu du coefficient* $\frac{270}{M}$, *lire* $\frac{1}{270}$.

Page 492, en tête de la deuxième colonne du tableau, *au lieu de* σ_0, *lire* σ, et, en tête de la troisième colonne, *au lieu de* σ, *lire* Φ.

(Séance du 8 mars 1920.)

Note de M. *Bertrand Gambier*, Surfaces de translation applicables l'une sur l'autre :

Page 561, ligne 17 en remontant, *au lieu de* surfaces réelles S, à réseau C et L réels, *lire* à réseaux....

(Séance du 15 mars 1920.)

Note de M. *Bertrand Gambier*, Sur les surfaces applicables :

Page 645, ligne 8, *au lieu de* $r_1 + br'$, *lire* $r_1 = br'$.

Page 647, ligne 3, *au lieu de* $v = (u_1, v_1)$, *lire* $v = \varphi(u_1, v_1)$; ligne 13, *au lieu de* $t_1 = t_1 T_1$, *lire* $t_1 = t T_1$.